25170 ch. 3

Laing Medical Library

DAS

AUGENMASS BEI SCHULKINDERN.

INAUGURAL-DISSERTATION

ZUR

ERLANGUNG DER DOKTORWÜRDE

GENEHMIGT

VON DER PHILOSOPHISCHEN FAKULTÄT

DER

FRIEDRICH-WILHELMS-UNIVERSITÄT
ZU BERLIN.

VON

HERMANN GIERING
AUS BERLIN.

Tag der Promotion: 4. Februar 1905.

Referenten:

Professor Dr. C. Stumpf.

Professor Dr. F. Paulsen.

Verlag von Johann Ambrosius Barth.

Druck von Lippert & Co. (G. Pätz'sche Buchdr.), Naumburg a/S.

Übersicht.

Einleitung. Nähere Bestimmung der Aufgabe und Methode.

I. Versuche unter normalen Umständen in den Flächendimensionen.
   A. Beschreibung der angestellten Versuche.
      a) Beobachtungsobjekte.
      b) Versuchspersonen.
      c) Äufsere Versuchsanordnung.
      d) Urteilsausdrücke.
      e) Kurze Übersicht über die Versuchsreihen.
   B. Tabellen.
   C. Ergebnisse.

II. Versuche unter täuschenden Umständen in den Flächendimensionen.
   A. Beschreibung der angestellten Versuche.
   B. Diskussion.

III. Versuche in der Tiefendimension.
   A. Aufgabe und Stand der Frage.
   B. Beschreibung der angestellten Versuche.
      a) Monokulare Beobachtung gleichzeitig gegebener Objekte.
      b) Monokulare Beobachtung sukzessiv dargebotener Objekte.
   C. Tabelle.
   D. Ergebnisse.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/dasaugenmassdeis0000herm

Das Augenmafs bei Schulkindern.

Einleitung.

Unter Augenmafs versteht man die Fähigkeit, auf Grund unmittelbarer Gesichtswahrnehmungen ohne Unterstützung von Mefsinstrumenten Raumgröfsen zu beurteilen.

Seit Ernst Heinrich Weber, dem wir die ersten grundlegenden Arbeiten auf diesem Gebiete verdanken, hat eine grofse Anzahl namhafter Forscher eingehende Untersuchungen über diesen Gegenstand angestellt: Fechner, Volkmann, Chodin, Kundt, Messer, v. Helmholtz, Wundt, Münsterberg, v. Kries, Binet, Henri u. a. Das Ziel, besonders der älteren Arbeiten, war in erster Linie die Beantwortung der Frage, ob die Unterschiedsempfindlichkeit für optische Ausdehnungen auch dem Weberschen Gesetz unterworfen sei. Daneben wurde auch festgestellt, welchen Einfluſs die Art der geschätzten Gröfsen (ausgefüllte oder leere Distanzen), ihre Begrenzungsweise (Punktdistanzen, Strichdistanzen etc.), ihre Raum- und Zeitlage, die monokulare und binokulare Betrachtung derselben, die Augenbewegungen usw. auf die Beurteilung ausüben; man suchte endlich auch Aufschluſs zu erhalten über Bedingungen und Gröfse optischer Täuschungen und Umfang und Zuverlässigkeit des visuellen Gedächtnisses.

Die vorliegende Arbeit bezweckt eine Untersuchung des Augenmafses bei Kindern, um die Genauigkeit desselben in verschiedenen Stadien ihrer Entwicklung festzustellen.

Unter den früheren Arbeiten kommt hierfür zunächst in Betracht eine Studie von A. Binet und Victor Henri: „Recherches sur le développement de la mémoire visuelle des enfants.“ (*Revue*

Philosophique 1894, 1, S. 348.) Diese Forscher stellten mit mehr als 300 7- bis 13jährigen Knaben der Unter-, Mittel- und Oberstufe der Pariser Primärschulen Augenmafsversuche an, allerdings nicht um das Augenmafs selbst, sondern die Entwicklung des visuellen Gedächtnisses zu untersuchen. Die Versuche gliederten sich in zwei Hauptklassen. In der ersten handelte es sich darum, eine vorliegende Normallinie einmal aus einer Linienskala herauszusuchen und das andere Mal dieselbe nachzuzeichnen. Bei der zweiten Versuchsklasse wurde die Methode derartig geändert, dafs man zwischen Vorzeigen der Normallinie und deren Aufsuchen in der Linienskala resp. deren Reproduktion durch Nachzeichnen eine bestimmte Zeit einschob.

Die Unterschiede in den Resultaten beider Versuchsklassen gaben die Grundlage für die Beurteilung des Umfanges des visuellen Gedächtnisses und die Abnahme der Fehler nach Zahl und Gröfse mit zunehmendem Alter die Grundlage für die Feststellung der fortschreitenden Entwicklung desselben.

In engstem Zusammenhange mit dem Gegenstande der vorliegenden Untersuchung steht aber eine Arbeit von A. Binet: „La Perception des longueurs et des nombres chez quelques enfants", welche in der *Revue Philosophique* 1890, 2, S. 68ff. veröffentlicht ist. In dem hier in Betracht kommenden ersten Teile derselben berichtet Binet über Versuche, die er mit einem $2^1/_2$jährigen und einem 4jährigen Mädchen angestellt hat, um ihre Fähigkeit, Längen zu beurteilen, festzustellen. Den Kindern wurden in einer ersten Klasse von Versuchen Linien zur Vergleichung vorgelegt. Dieselben waren in einer Entfernung von 1—2 cm untereinander gezeichnet und standen in den Längenverhältnissen $^{28}/_{40}$, $^{32}/_{40}$, $^{34}/_{40}$, $^{36}/_{40}$, $^{38}/_{40}$; die absolute Differenz betrug in keinem Falle weniger als 1 mm. Beide Mädchen erkannten bei simultaner Darbietung die Differenz $^4/_{40}$ der Normaldistanz; bei sukzessiver Darbietung liefsen sich keine brauchbaren Ergebnisse erzielen; offenbar waren die Kinder nicht imstande, die Normallänge 10—15 Sekunden lang im Gedächtnis festzuhalten. In einer zweiten Klasse von Versuchen bestanden die Beobachtungsobjekte in Winkelgröfsen, und es zeigte sich, dafs das 4jährige Mädchen einen Unterschied von $^3/_{40}$ zu erkennen vermochte. Die Resultate beider Versuchsklassen unterschieden sich nur unbedeutend von denen, welche sich aus Versuchen ergaben, die unter denselben Bedingungen mit Erwachsenen

angestellt worden waren. Binet[1] schliefst hieraus, dafs die intellektuelle Entwicklung mit den niederen Funktionen beginnt, und dafs diese schon einen hohen Grad der Vollkommenheit erreicht, ja ihre Entwicklung fast beendet haben können zu einer Zeit, wo die höheren Funktionen noch in den ersten Anfängen liegen.

Da Binet bei dieser Untersuchung nur zwei Kinder, und zwar gleichen Geschlechts und beide dem vorschulpflichtigen Alter angehörig, verwandte und sich nur stetig ausgefüllter Distanzen als Beobachtungsobjekte bediente, möge es nicht überflüssig erscheinen, in eine erneute Untersuchung des in Rede stehenden Problems einzutreten.

Bei der Beurteilung einer Gröfse bzw. Entfernung durch das Augenmafs kann ein Zweifaches verlangt werden:

1. Eine gegebene Raumgröfse zu erkennen oder zu schätzen,
2. zwei oder mehr gegebene Gröfsen miteinander zu vergleichen.

v. Kries bezeichnet in seinen „Beiträgen zur Lehre vom Augenmafs“[2] den ersten Fall als Erkennung, den zweiten als Vergleichung.

Vorliegende Untersuchung erstreckt sich nur auf die Vergleichung gleichzeitiger oder unmittelbar nacheinander gegebener Eindrücke.

Von der von Binet und Henri angewandten Methode des Nachzeichnens der Normaldistanz sehe ich bei meinen Versuchen ab, weil dadurch der psychologische Vorgang kompliziert, insbesondere die Aufmerksamkeit geteilt wird und an die Handfertigkeit der Versuchspersonen Anforderungen gestellt werden, denen sie zum Teil nicht gewachsen sein dürften.

Unter Anwendung der psychophysischen Methode der konstanten Unterschiede — wie G. E. Müller die Methode der richtigen und falschen Fälle kürzer bezeichnet — erstreckt sich die Untersuchung auf die drei Dimensionen, welche den Raum charakterisieren: Länge, Höhe und Tiefe. In den Flächendimensionen werden die Versuche sowohl unter normalen als auch unter täuschenden Umständen angestellt.

---

[1] a. a. O. S. 75.

[2] *Beiträge zur Psychologie und Physiologie der Sinnesorgane.* Hermann v. Helmholtz als Festgrufs zu seinem 70. Geburtstage dargebracht. 1891.

Die Untersuchung besteht also aus drei Hauptteilen:

I. Versuche in den Flächendimensionen unter normalen Umständen.

II. Versuche in den Flächendimensionen unter täuschenden Umständen.

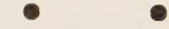
III. Versuche in der Tiefendimension.

I. Versuche in den Flächendimensionen unter normalen Umständen.

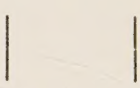
A. Beschreibung der angestellten Versuche.

a) Beobachtungsobjekte.

Das jugendliche Alter der Versuchspersonen gebot die Anwendung der einfachsten Bedingungen, die der Genauigkeit des Augenmafses am günstigsten sind. So hatten bei den Flächendimensionen Normal- und Vergleichsdistanz dieselbe Richtung; es wurden wagerechte mit wagerechten und senkrechte mit senkrechten, aber nicht wagerechte mit senkrechten — und umgekehrt — verglichen. Die linearen Distanzen wurden dargestellt entweder durch den Abstand zweier durch einen leeren Zwischenraum getrennter Punkte



— ich nenne sie in diesem Falle Punktdistanzen — oder durch den Abstand zweier senkrechter Striche:



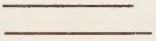
— ich bezeichne diese als Strichdistanzen — oder endlich in Form gerader Linien (stetig ausgefüllter Distanzen):

Auch in dieser Beziehung wurden nur gleichartige miteinander verglichen, d. h. Punktdistanzen mit Punktdistanzen, Strichdistanzen mit Strichdistanzen und gerade Linien mit geraden Linien.

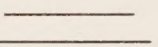
Die zu beurteilenden Entfernungen waren auf weifses Papier von 18 cm Länge und 10 cm Höhe gezeichnet. Die Normaldistanz betrug in jedem Falle 30 mm. Die Vergleichsdistanz

änderte sich in den Grenzen von 27 bis 33 mm in Abstufungen von je 0,5 mm, so dafs 13 verschiedene Vergleichsdistanzen dargeboten werden konnten. Die Begrenzung der Punktdistanzen waren Punkte von $2^1/_2$ mm Durchmesser; die senkrechten Grenzlinien der Strichdistanzen waren 1 mm breit und 20 mm hoch. Auf den Blättern, welche der simultanen Darbietung dienten, waren die beiden Distanzen durch drei Punkte resp. Striche gegeben, deren mittlerer beiden zugleich angehörte; auf den Blättern zur sukzessiven Vergleichung befand sich natürlich nur eine Distanz.

Die für die Linienvergleichung verwandten Geraden waren 1 mm breit und hatten dieselben Längenausdehnungen wie die soeben beschriebenen leeren Distanzen. Um einen stufenmäfsigen Fortschritt vom Leichten zum Schweren zu erhalten, hatten Normal- und Vergleichslinie verschiedene Lagen zueinander. Bei simultaner Darbietung lagen sie zunächst parallel, durch einen Zwischenraum von 10 mm getrennt, und zwar so, dafs sie das eine Mal die Längendifferenz auf einer Seite trugen:



das andere Mal die Differenz auf beide Seiten verteilt war:



sodann aneinandergrenzend, die eine als Fortsetzung der anderen, durch einen kurzen senkrechten Strich davon getrennt:

Durch eine Drehung der Blätter um 90° wurden sie auch für die Untersuchung in der Höhendimension brauchbar gemacht.

Die Versuchsblätter wurden in der lithographischen Anstalt und Steindruckerei für geographische, militärische und mathematische Wissenschaften von Bogdan Gisevius, Berlin W., Linkstrafse 29, mit grofser Sorgfalt hergestellt; die schwarze Färbung der Punkte und Linien war durchweg gleichmäfsig und ihre Begrenzung scharf markiert.

Bei den 3—5jährigen Versuchspersonen kamen auch Stahlstäbe von 6 mm Durchmesser als Beobachtungsobjekte zur Verwendung. Der Normalstab hatte eine Länge von 20 cm; die

Vergleichsstäbe variierten von 17—23 cm mit einer Stufendifferenz von 0,5 cm.

b) Versuchspersonen.

Um Anhaltspunkte für die Auswahl der Versuchspersonen zu erlangen, wurden je zwei Mädchen aus den Altersstufen von 4—14 Jahren Punktdistanzen zur Vergleichung vorgelegt. Dabei stellte sich heraus, dafs zwischen den einzelnen Altersstufen ein wesentlicher Unterschied nicht bestand; deshalb wurden für die weiteren, umfassenderen Versuche nur sechsjährige und vierzehnjährige Knaben und Mädchen aus zwei im Nordwesten Berlins gelegenen Gemeindeschulen — von jeder Gruppe 15 — ausgewählt. Die vierzehnjährigen gehörten zum gröfsten Teile der von ca. 40 Kindern besuchten I. Klasse an; die sechsjährigen standen im ersten Semester der VIII. Klasse und wurden bei jedem Geschlecht aus ca. 50 Kindern ausgewählt. Bei der Auswahl kam es in erster Linie darauf an, dafs die betreffenden Kinder in der Nähe des Schulhauses wohnten, die nötige freie Zeit zur Verfügung hatten und von ihren Eltern die Erlaubnis erhielten, an den Versuchen teilzunehmen. Es wurden nicht etwa die intelligentesten ausgesucht, sondern es wurde absichtlich diesen zufälligen Faktoren die Entscheidung überlassen. Man kann so annehmen, dafs bei einer gleichen Anzahl von Kindern dieses Alters aus anderen städtischen Volksschulen, die ebenso zufällig herausgegriffen wären, auch ähnliche Resultate aufgetreten wären. Die Versuchspersonen wurden vermittels der nach Snellenschem Prinzip entworfenen Probebuchstaben und -figuren auf ihre Sehschärfe untersucht und normal befunden.

Um ungefähr festzustellen, von welchem Alter an die Kinder imstande sind, Raumgröfsen zu beurteilen, wurden die Versuche auch mit 30 vorschulpflichtigen Knaben und Mädchen, die einen Kindergarten des Berliner Fröbelvereins besuchten, angestellt.

c) Äufsere Versuchsordnung.

Die Versuche fanden an schulfreien Nachmittagen in der Zeit von Ostern 1902 bis 1903 in den gut beleuchteten Klassenzimmern einer Berliner Gemeindeschule statt. Um Bewegungen des Kopfes zu verhindern und die Augen in einer bestimmten Entfernung zu halten, legten die Kinder das Kinn auf eine an der Tischplatte befestigte Stütze. Bei den Kleinen mufste oft

von der Benutzung der Kinnstütze abgesehen werden, da sie bei der bestehenden Entfernung der Sitzfläche von der Tischfläche der Subsellien eine bequeme Kopfhaltung verhinderte. Natürlich ist nicht daran zu denken, dafs die vorgeschriebene Haltung von allen Kindern so streng beibehalten wurde wie von Erwachsenen. Um Ruhepausen zu gewähren, wurden die 195 Urteile jeder Versuchsabteilung (vgl. S. 9) in drei Runden à 65 Urteilen vollzogen. Es lagen also vor den Versuchspersonen mit der leeren Rückseite nach oben 65 übereinander geschichtete Versuchsblätter, die jede Vergleichsdistanz 5 mal enthielten und so geordnet waren, dafs event. Kontrastwirkungen verhindert oder ausgeglichen wurden. Die Beobachter wendeten die Blätter der Reihe nach um und beurteilten die vorher bestimmte (rechte oder linke, obere oder untere) Distanz. Eine Mitschülerin notierte die Urteile, kontrollierte zugleich die Nummern der Versuchsblätter und vermerkte auch die Zeit, wann die Versuchsrunde begann und endete. Nach jeder Runde fand eine entsprechende Pause statt. War eine Versuchsabteilung erledigt, so wurden die Versuchsblätter um 180° gedreht, und dadurch den variablen Distanzen die entgegengesetzte Raumlage gegeben.

Etwas schwieriger gestaltete sich die Handhabung bei sukzessiver Darbietung, da hier zum Ausgleiche des konstanten Fehlers der Zeitlage die Normaldistanz das eine Mal vor, das andere Mal nach der variablen Distanz zu geben war. Um Verwechslungen vorzubeugen, war die Normaldistanz dadurch besonders kenntlich gemacht, dafs sie mit stärkerem Papier unterklebt war. Die Kinder nahmen dieselbe in die linke Hand und wendeten mit der rechten die zu beurteilenden Blätter um, bei weniger geschickten zeigten Gehilfen die Grunddistanz vor, und die Beobachter wendeten nur die Vergleichsblätter. Bei den 6jährigen Kindern wurde auch das Umdrehen der Vorlagen von älteren Schülern oder Schülerinnen ausgeführt, und bei den vorschulpflichtigen fielen alle diese Handgriffe dem Versuchsleiter zu.

Anfänglich hatte ich versucht, eine gröfsere Anzahl von Versuchspersonen gleichzeitig nach Kommando arbeiten zu lassen; doch mufste ich hiervon bald Abstand nehmen, da die Zeit, welche die Bildung des Urteils erforderte, bei den Beobachtern sehr verschieden war und die Aufmerksamkeit der schneller arbeitenden bei diesem Verfahren zu leicht abgelenkt wurde. Ich zog es deshalb vor, mir zunächst Helfer heranzubilden und

die Versuchsreihen in der oben angedeuteten Weise zu erledigen.

Die tägliche Arbeitszeit betrug gewöhnlich 1 Stunde. Individuell sehr verschieden war die Zeit, welche die Erledigung einer Versuchsrunde (65 Urteile) erforderte; sie schwankte zwischen 2—10 Minuten.

Bei der Leitung der sehr zeitraubenden Versuche — waren doch im Verlaufe der Arbeit weit über 200000 erforderlich — wurde ich in dankenswerter Weise von meiner verehrten Kollegin, der städtischen Lehrerin Fräulein Anna Selle, unterstützt. Ihrer Geduld und ihrem pädagogischen Geschick habe ich es in erster Linie zu danken, dafs es möglich wurde, auch mit den vorschulpflichtigen Kindern die Versuche anzustellen und durchzuführen. Es ist mir eine angenehme Pflicht, ihr auch an dieser Stelle für die wertvolle Unterstützung meinen Dank auszudrücken.

d) Urteilsausdrücke.

Als Urteilsausdrücke wurden den Versuchspersonen die Bezeichnungen: „kleiner, gleich und gröfser" zur Verfügung gestellt. So vorteilhaft und wünschenswert es für die Ergebnisse der Untersuchung auch gewesen wäre, diese Reihe durch Einfügung der Bezeichnungen: „deutlich kleiner", „deutlich gröfser" und „unentschieden" zu vermehren, so gebot doch das Alter der Versuchspersonen, hiervon abzusehen; macht es doch schon Erwachsenen grofse Mühe, die gesamte Reihe der Urteilsausdrücke zu übersehen, zu beherrschen und konsequent anzuwenden. Bei Vorversuchen, die an der grofsen Schultafel angestellt wurden, um festzustellen, ob die 6jährigen sich auch der Bedeutung der Bezeichnungen „kleiner, gröfser und gleich" bewufst wären, zeigte es sich, dafs bei den Punktdistanzen sich etliche lieber der Ausdrücke: „näher heran" und „weiter ab" bedienten.

e) Kurze Übersicht über die in den Flächendimensionen angestellten Versuchsreihen.

Es ist bekannt, dafs Punktdistanzen schwerer zu beurteilen sind als gerade Linien. Um zu erfahren, ob die 6jährigen Kinder auch schon imstande sind, das Schwerere zu leisten, wurde mit der Vergleichung von Punktdistanzen begonnen, und erst dann, wenn sich Unfähigkeit oder grofse Mangelhaftigkeit in ihrer Beurteilung zeigte, gerade Linien in Anwendung ge-

bracht. Simultane und sukzessive Darbietung wurden in gleichem Mafse berücksichtigt.

Den 6- und 14jährigen Knaben und Mädchen wurden Punkt- und Strichdistanzen sowohl in horizontaler als auch in vertikaler Lage vorgelegt, so dafs sich im ganzen folgende 8 Versuchsreihen ergaben:

A. Simultane Darbietung:
   a) Punktdistanzen:
      α) horizontal: I. Versuchsreihe
      β) vertikal: II. „
   b) Strichdistanzen:
      α) horizontal: III. „
      β) vertikal: IV. „

B. Sukzessive Darbietung:
   a) Punktdistanzen:
      α) horizontal: V. „
      β) vertikal: VI. „
   b) Strichdistanzen:
      α) horizontal: VII. „
      β) vertikal: VIII. „

Jede Versuchsreihe gliederte sich in zwei Abteilungen, die sich dadurch ergaben, dafs, um den konstanten Fehler der Raum- und Zeitlage zu eliminieren, bei der simultanen Darbietung der horizontalen Punkt- und Strichdistanzen die zu beurteilende variable Distanz zuerst rechts, dann links, bei den vertikalen zuerst oben, dann unten lag, und bei der sukzessiven Darbietung der horizontalen und vertikalen Distanzen die variable einmal zuzweit und dann zuerst geboten wurde. In jeder Versuchsabteilung kamen 13 Vergleichsdistanzen zur Anwendung: -3, $-2{,}5$, -2, $-1{,}5$, -1, $-0{,}5$, 0, $+0{,}5$ $+1$, $+1{,}5$, $+2$, $+2{,}5$, $+3$ mm, und über jede wurden 15 Urteile abgegeben, so dafs auf jede Vergleichsdistanz 30 Urteile entfielen. Dies ist also die Gesamtzahl, auf welche jede der in den Tabellen I—VIII stehenden Zahlen zu beziehen ist.

Die Ergebnisse dieser Versuchsreihen, die in der angegebenen Ordnung zeitlich aufeinander folgten, sind in den Tabellen I—VIII dargestellt.

Von den 15 für diese Versuche ausgewählten 6jährigen Mädchen waren nur 8 (Tab. I M. VI a—h) imstande, die vorgelegten Punktdistanzen sofort zu beurteilen, während 7 unter

ihnen (M. VI i—p) bei keiner der benutzten Differenzen mindestens 67 % richtiger Urteile lieferten, die richtigen Urteile auch nicht einmal von Differenz + 0,5 bis + 3 mm zunahmen. Ich hatte den Eindruck, dafs ihnen der Begriff der Entfernung zweier Punkte voneinander nicht klar war. Dieser letzten Gruppe wurden nun Linien in der oben (S. 5) angegebenen Anordnung zur Vergleichung vorgelegt. Es ergaben sich dabei folgende Versuchsreihen:

I. Simultane Darbietung:
  A. Parallele Linien nebeneinander:
    a) Differenz auf einer Seite:
      α) horizontal: I. Versuchsreihe
      β) vertikal: II. „
    b) Differenz auf beiden Seiten:
      α) horizontal: III. Versuchsreihe
      β) vertikal: IV. „
  B. Linien hintereinander:
    a) horizontal: V. „
    b) vertikal: VI. „
II. Sukzessive Darbietung:
    a) horizontal: VII. „
    b) vertikal: VIII. „

Auch hier bestand jede Versuchsreihe in Rücksicht auf die konstanten Raum- resp. Zeitfehler aus 2 Abteilungen mit 13 verschiedenen Distanzen, von denen jede 15 mal beurteilt wurde, so dafs wiederum auf jede Vergleichsdistanz im ganzen 30 Urteile entfielen.

Die Ergebnisse dieser acht Reihen enthält Tabelle IX.

Schliefslich wurden den Versuchspersonen nach Erledigung dieser Versuchsreihen noch einmal die horizontalen Punktdistanzen zur Beurteilung vorgelegt.

Die Ergebnisse dieser Versuchsreihe sind Tabelle IX angefügt.

Von 3—5jährigen Kindern wurden nur einige jeder Altersstufe auf die Genauigkeit des Augenmafses durch umfassendere Versuchsreihen geprüft: Zwei 5-, drei 4- und drei 3jährige. Sie beurteilten gleichzeitig und nacheinander dargebotene wagerechte Punktdistanzen oder, wenn sie hierzu nicht imstande waren, wagerechte parallele Linien, bei denen die Längendifferenz auf einer Seite dargestellt war, wagerechte aneinandergrenzende

Linien und nacheinander dargebotene wagerechte Linien. Jede Differenz wurde auch hier 30 mal beurteilt.

Die Resultate enthält Tabelle X.

Bei den meisten begnügte ich mich mit weniger zahlreichen Versuchen, da es mir hier nur darauf ankam, zu ermitteln, ob Kinder in diesem Alter überhaupt imstande sind, Raumgröfsen zu vergleichen, und von welchem Einflufs hierbei die verschiedenen Arten der Vergleichsobjekte sind. Es wurden ihnen zunächst immer Punktdistanzen vorgelegt, jede Differenz 5 mal; zeigte sich, dafs sie hier die Längenunterschiede nicht erkennen konnten, wurden Linien geboten, und konnten sie auch diese nicht beurteilen, kamen die Stahlstäbe simultan zur Anwendung. Nach den Versuchsergebnissen lassen sich die vorschulpflichtigen 3—5jährigen Kinder in 4 Gruppen einordnen:

Zur ersten gehören diejenigen, welche Punktdistanzen,
zur zweiten die, welche keine Punktdistanzen, aber Linien,
zur dritten die, welche keine Punktdistanzen und Linien, aber Stahlstäbe,
zur vierten diejenigen, welche weder Punktdistanzen, noch Linien, noch Stäbe beurteilen können.

Die Zahlen der diesen verschiedenen Gruppen angehörenden 3-, 4- und 5jährigen Versuchspersonen sind aus Tabelle XI ersichtlich.

B. Tabellen.

Über die Einrichtung der Tabellen ist folgendes zu bemerken:

Rechts und links von einer senkrechten Mittellinie sind in der ersten horizontalen Reihe die Stufenunterschiede: 0,5, 1, 1,5, 2, 2,5 und 3 mm verzeichnet, links die Minus- und rechts die Plusdifferenzen. In der ersten Vertikalkolumne stehen als Ersatz für die Namen der Versuchspersonen die lateinischen Buchstaben a—p; das Alter ist durch die römischen Ziffern XIV und VI und das Geschlecht durch die Buchstaben K. (Knaben) und M. (Mädchen) bezeichnet. Die eingetragenen Zahlen geben an, wieviel Prozent richtiger Urteile (abgerundet) auf die betreffende Differenz entfielen. Die Unterschiedsschwelle wurde bei der Differenz angenommen, bei der sich zuerst mindestens 67 % richtiger Fälle zeigten. Nach G. E. Müller genügen zwar zur Festsetzung der Unterschiedsschwelle 50 % richtiger Fälle;

indessen mufs hier vorausgesetzt werden, dafs genügend zahlreiche Gleichheitsurteile vorkommen. Da nun aber bei meinen Versuchspersonen zum Teil aufserordentlich selten Gleichheitsurteile auftraten, konnte die Schwelle nicht bei 50 % richtiger Fälle angenommen werden; um aber trotzdem ein Mafs für die Unterscheidungsfähigkeit zu haben, mochte es auch immerhin absolut genommen etwas zu hoch greifen, wurde die Prozentzahl 67 der Schwellenbestimmung zugrunde gelegt.[1] Diese Zahlen sind in den Tabellen fett gedruckt. Die kurzen senkrechten Striche zeigen die kleinste Differenz an, auf welche 90—100 % richtiger Urteile kamen. Bei denjenigen Versuchspersonen, welche diese hohe Zahl richtiger Urteile nicht erreichten, ist in die Rubrik der höchsten Differenzen die auf diese entfallende Zahl richtiger Urteile eingetragen. In der letzten Vertikalkolumne (G.-U. überschrieben), sind in Prozenten die Zahlen der Urteile „gleich" eingetragen, welche innerhalb der Totalschwelle (untere und obere Unterschiedsschwelle zusammengefafst) von der betreffenden Versuchsperson abgegeben wurden, also z. B. bei dem 14jährigen Knaben n der Tabelle I innerhalb der Zone von — 1 bis + 1,5 mm, bei dem Knaben o in der Zone — 0,5 bis + 0,5.

Demnach bedeutet die erste Reihe auf Tabelle I: Bei dem 14jährigen Knaben a ergaben sich als untere und obere Unterschiedsschwelle — 1 und + 0,5 mm; auf die Differenzen — 1 und + 1,5 entfielen 90 — 100 % richtiger Urteile; innerhalb der Totalschwelle, also zwischen — 1 und + 0,5 mm, wurde unter 100 Fällen 9mal das Urteil „gleich" abgegeben.

Die Tabellen I—X sind aus Grundtabellen gewonnen, deren Einrichtung folgendes Muster, das nach dem Vorangehenden ohne weiteres verständlich ist, veranschaulichen möge. Der unten angefügte Durchschnitt der verschiedenen Urteile bei jeder Vergleichsdistanz, läfst deutlich das Wachsen der $>$ Urteile und Abnehmen der $<$ Urteile von 27 mm zu 33 mm und die Steigerung der $=$ Urteile von beiden Seiten nach der 0 Differenz (30 mm) zu erkennen, eine Regelmäfsigkeit, welche für die Brauchbarkeit der Tabellen sprechen dürfte.

[1] Ein durchgeführter Versuch, die Gleichheitsurteile überall, wo sie vorkommen, halb den richtigen, halb den falschen zuzuzählen, lehrte übrigens, dafs die Ergebnisse im allgemeinen sich nicht verändern. Eine Ausnahme s. u. bei der Diskussion der Tabellen.

6. Versuchsreihe: Sukzessive Darbietung senkrechter Punktdistanzen.

Normaldistanz: 30 mm.

Vergleichsdistanz:	mm 27			27,5			28			28,5			29			29,5			30			30,5			31			31,5			32			32,5			33		
Urteile:	<	=	>	<	=	>	<	=	>	<	=	>	<	=	>	<	=	>	<	=	>	<	=	>	<	=	>	<	=	>	<	=	>	<	=	>	<	=	>
K. XIV a	100			100			100			93		7	93		7	67		33	73		27	47		53	27		73	20		80	23		77	3		97			100		
b	94	3	3	97	3		90	10		90	7	3	80	17	3	67	10	23	60	13	27	43	20	37	53	24	23	13	17	70	3	10	87	6	7	87			100		
c	100			90		10	93		7	83		17	67		33	57		43	47		53	43		57	23		77	10		90	7		93			100			100		
d	97		3	87		13	80		20	77		23	53		47	50		3	47	47		53	23		77	13	4	83	3		97	7		93			100			100		
e	93		7	77		23	97		3	80		20	87		13	57		43	53		47	50		50	13		87	23		77	7		93	7		93			100		
f	90		10	100			83		17	80		20	87		13	77		23	53		47	40		60	3		97	7		93	10		90	10		90	7		93		
g	100			83	17		73	27		67	33		50	50		27	73		20	57	23	14	63	23	3	54	43		50	50		20	80		3	97		3	97		
h	90	7	3	80	13	7	63	27	10	60	37	3	73	23	4	43	33	24	33	43	24	23	34	43	23	44	33	17	23	60	3	30	67	10	3	87	7	3	90		
i	97		3	93		7	83	10	7	97	3		80	3	17	63		37	53		47	20	7	73	10		90	7		93			100			100			100		
k	100			97		3	83		17	83	3	14	77	3	20	53		47	60	3	37	24	3	73	20		80	13		87	3		97	3		97			100		
l	100			97		3	97		3	80		20	77		23	50		50	43		57	23		77	10		90	3		97	3		97			100	3		97		
m	100			93		7	97		3	83		17	80		20	63		37	40		60	23		77	7		93	10		90	3		97			100			100		
n	97		3	97	3		97		3	93		7	90	3	7	73		27	40	3	57	23	10	67	7		93	7		93	7		93			100			100		
o	100			93		7	93		7	73		27	67		33	33		67	20		80	10		90			100	3		97			100			100			100		
p	100			90		10	97		3	90		10	80		20	87		13	57		43	43		57	33		67	27		73	17		83	20		80	3		97		
Durchschnitt	97	1	2	92	2	6	88	5	7	82	6	12	76	7	17	58	8	34	47	8	45	30	9	61	16	9	75	11	6	83	6	4	90	4	1	95	1	1	98		

Tabelle I. Horizontale Punktdistanzen. Simultane Darbietung.
Normaldistanz: 30 mm. Beide Augen frei bewegt.

		3	2,5	2	1,5	1	— 0,5	+ 0,5	1	1,5	2	2,5	3	G.-U.
K. XIV	a					**90**	60	**73**						9
	b					**70**	63	30		**80**				42
	c				**67**		33	40		**70**				53
	d						**67**	53	**67**					9
	e	87			**77**		33	**90**						27
	f						**77**	37	**73**					9
	g	87	**83**				13	20				67	83	66
	h			**67**			30	57		**73**				44
	i				**73**		37	**67**						26
	k						**73**	43		**90**				12
	l					**67**	63	63	**80**					12
	m					**70**	60	57	**83**					27
	n					**77**	33	53		**83**				38
	o						**70**	**67**						20
	p					**67**	43	63	**83**					26
K. VI	a						**83**	57	**100**					0
	b				**73**		47	**73**						0
	c					**70**	57	50	**87**					0
	d						**80**	63	**87**					0
	e			**97**			33	53		**90**				50
	f						**73**	57		**87**				0
	g						**77**	53	**90**					0
	h					**70**	47	**77**						0
	i						**73**	**67**						0
	k	80	**80**				37	**80**					77	1
	l						**70**	**67**						0
	m						**70**	**67**						0
	n					**67**	63	**83**						2
	o				**83**		50	**77**						1
	p					**87**	50	**73**						0

		3	2,5	2	1,5	1	— 0,5	+ 0,5	1	1,5	2	2,5	3	G.-U.
M. XIV	a						**87**	**90**						37
	b						**83**	**90**						50
	c						**67**	**73**						0
	d				**77**		53	**67**						39
	e						**87**	63		**87**				9
	f					**70**	53	57		**87**				4
	g						**83**	43	**73**					5
	h			**87**			43	63	**70**					43
	i	83			**67**		53	33	**73**					36
	k				**90**		17	40		**97**				59
	l			**83**			40	50	**67**					30
	m				**67**		47	53			**80**			19
	n			**93**			7	**73**						30
	o				**73**		30	40		**90**				61
	p			**93**			20	40		**73**				63
M. VI	a	87					**67**	40			**77**		83	8
	b						**67**	57		**83**				3
	c					**70**	57	57	**73**					8
	d					**83**	63	50		**83**				19
	e	80			**70**		60	**77**						0
	f			**73**			37	**90**						8
	g				**70**		37	**67**						11
	h			**77**			23	**87**						18
	i													
	k													
	l													
	m													
	n													
	o													
	p													

Tabelle II. Vertikale Punktdistanzen. Simultane Darbietung.
Normaldistanz: 30 mm.

		3	2,5	2	1,5	1	— 0,5	+ 0,5	1	1,5	2	2,5	3	G.-U.
K. XIV	a						**87**	**70**						0
	b				**83**		40	**77**						27
	c						**73**	50	**73**					19
	d						**80**	43			**83**			4
	e					**83**	43	**67**						7
	f						**77**	53	**73**					0
	g			**67**			17	50		**90**				57
	h	**73**					23	43			**67**		**83**	47
	i					**73**	50	**80**						15
	k						**73**	60	**73**					0
	l				**90**		33	**80**						19
	m					**73**	57	**87**						0
	n					**73**	60	**67**						17
	o						**83**	**70**						0
	p					**80**	63	**83**						6
K. VI	a				**80**		40	**87**						0
	b					**73**	60	**83**						0
	c						**80**	**67**						0
	d						**77**	**67**						0
	e						**73**	50	**73**					17
	f					**70**	57	**87**						0
	g					**73**	43	**87**						0
	h						**73**	43	**70**					0
	i					**80**	43	**83**						0
	k					**77**	60	**77**						0
	l						**83**	**83**						0
	m						**77**	53	**80**					2
	n				**73**		47	**80**						2
	o					**70**	47	**73**						0
	p					**73**	60	**70**						0

		3	2,5	2	1,5	1	— 0,5	+ 0,5	1	1,5	2	2,5	3	G.-U.
M. XIV	a						**93**	60	**80**					57
	b						**93**	**93**						80
	c						**70**	**77**						0
	d						33	**80**						18
	e						**70**	53		**70**				2
	f					**73**	63	63	**77**					2
	g						**83**	**70**						0
	h						20	**97**						10
	i		**73**				43	53	**77**				**83**	18
	k					**70**	20	47		**70**				68
	l				**67**		60	**77**						19
	m			**77**			37	**100**						7
	n			**80**			30	**83**						37
	o	**83**	**83**				0	**83**						54
	p	**83**	**83**				7	20		**73**				67
M. VI	a					**67**	60	**73**						6
	b	**87**				**77**	53	47			**67**		**83**	0
	c			**87**			40	**73**						1
	d					**73**	53	**77**						10
	e				**90**		43	**70**						0
	f	**87**					33	**80**						2
	g					**67**	60	50			**73**		**63**	5
	h	**77**		**67**			23	63		**86**				10
	i													
	k													
	l													
	m													
	n													
	o													
	p													

Tabelle III. Horizontale Strichdistanzen. Simultane Darbietung.
Normaldistanz: 30 mm.

		3	2,5	2	1,5	1	−0,5	+0,5	1	1,5	2	2,5	3	G.-U.
K. XIV	a				77		37	60	80					21
	b					83	27	50	93					25
	c						90	53	90					3
	d						93	30		67				0
	e					87	37	60	83					33
	f						77	43		77				0
	g				67		20	37		80				69
	h	87		70			17	27			70			59
	i					70	40	70						2
	k					93	63	70						2
	l					67	57	70						7
	m					97	50	73						0
	n						77	60	87					2
	o					93	53	70						0
	p					83	53	67						0
K. VI	a					90	47	67						0
	b						90	40	83					0
	c					93	60	80						0
	d					90	53	67						0
	e					73	47	73						30
	f					77	30	90						0
	g					83	53	73						0
	h						97	63	83					0
	i					73	63	63	83					0
	k					87	53	67						0
	l					90	63	67						0
	m						83	50	80					0
	n					73	57	77						0
	o						67	73						0
	p					97	53	60	80					0

		3	2,5	2	1,5	1	−0,5	+0,5	1	1,5	2	2,5	3	G.-U.
M. XIV	a					97	10	100						41
	b						67	63	100					25
	c					90	60	63	77					0
	d					77	13	90						77
	e					83	63	77						5
	f						67	53	70					0
	g						77	53	83					0
	h					93	57	67						5
	i					73	53	27		77			77	31
	k					97	47	43	97					55
	l				67		40	57	80					12
	m					70	33	70						23
	n			97			30	87						31
	o					70	27	37	77					41
	p	80		73			20	27		77				53
M. VI	a	83		73			23	80					77	0
	b	83				67	50	40	73					0
	c					77	53	33		87				29
	d						67	40	77					12
	e					70	53	80						0
	f			73			37	77						13
	g						70	33				93		13
	h			90			27	70						10
	i													
	k													
	l													
	m													
	n													
	o													
	p													

Tabelle IV. Vertikale Strichdistanzen. Simultane Darbietung.
Normaldistanz: 30 mm.

		3	2,5	2	1,5	1	— 0,5	+ 0,5	1	1,5	2	2,5	3	G.-U.
K. XIV	a						87	20		73				0
	b			100			27	100						27
	c						80	40	67					0
	d						93	20			67			0
	e	60	67				0	53	80					54
	f						80	73						0
	g				80		20	60	73					50
	h	80	87				13	33				80	87	32
	i						87	40		87				0
	k					73	60	67						0
	l						87	60	93					0
	m					87	53	73						0
	n						80	80						0
	o					87	53	47	67					7
	p					73	47	73						7
K. VI	a				73		33	80						0
	b						77	37	80					0
	c					93	50	70						0
	d					87	63	53	67					0
	e						80	73						0
	f					80	40	87						2
	g					87	63	70						0
	h						67	70						0
	i						73	50		83				0
	k					73	57	67						0
	l					73	40	87						0
	m					73	63	67						0
	n						73	60	80					0
	o				73		50	70						1
	p					77	60	67						0

		3	2,5	2	1,5	1	— 0,5	+ 0,5	1	1,5	2	2,5	3	G.-U.
M. XIV	a					100	53	100						25
	b						67	53	80					20
	c						67	77						0
	d					83	7	93						85
	e	83				67	57	43		73				0
	f				67		40	73						0
	g						73	67						0
	h					70	37	90						7
	i			87			50	47				97		18
	k					97	60	63	80					34
	l				67		57	63	86					14
	m			70			17	93						15
	n			80			17	60	97					38
	o					83	43	57	80					11
	p			80			30	50	80					41
M. VI	a						87	37	73					0
	b						70	27		70				0
	c					67	53	53	67					8
	d					70	30	63	90					14
	e						77	43	67					7
	f	60					20	70						8
	g						73	40			90			2
	h	83		70			30	53	70				87	15
	i													
	k													
	l													
	m													
	n													
	o													
	p													

Tabelle V. Horizontale Punktdistanzen. Sukzessive Darbietung.
Normaldistanz: 30 mm.

		3	2,5	2	1,5	1	— 0,5	+ 0,5	1	1,5	2	2,5	3	G.-U.
K. XIV	a						**90**	40			**83**			0
	b					**73**	57	63	**77**					26
	c						**77**	43	**70**					0
	d						**87**	40				**87**	77	2
	e	57					50	57					57	0
	f			**77**			33	**83**						0
	g				**73**		43	13				**73**	70	51
	h				**67**		43	23			**67**		80	61
	i						**87**	40	**77**					12
	k						**73**	47	**70**					0
	l					**73**	53	**67**						0
	m						**73**	60	**87**					0
	n						**70**	63	**70**					7
	o				**77**		43	**100**						0
	p						**73**	**70**						7
K. VI	a				**67**		23	**87**						0
	b						**70**	37	**77**					0
	c						**67**	**70**						0
	d					**80**	60	57	**87**					0
	e						**87**	**77**						0
	f			**70**			53	**77**						0
	g					**80**	60	**93**						0
	h					**77**	63	**80**						0
	i						**83**	47	**70**					0
	k						**67**	**67**						0
	l						**80**	**77**						0
	m						**73**	63	**90**					0
	n				**70**		60	**73**						0
	o				**77**		57	**93**						0
	p					**73**	43	**93**						0

		3	2,5	2	1,5	1	— 0,5	+ 0,5	1	1,5	2	2,5	3	G.-U.
M. XIV	a					**90**	30	**90**						38
	b						**67**	**87**						4
	c						**97**	37	**80**					2
	d					**83**	47	**100**						46
	e						**73**	43	**67**				83	2
	f						**77**	40			**80**		83	10
	g						**97**	53	**70**					0
	h						**73**	**73**						17
	i					**77**	53	27			**70**		77	27
	k					**93**	63	23	**67**					47
	l	83				**70**	57	57	**73**				87	12
	m			**77**			37	60	**67**					21
	n	**73**					23	**67**					87	42
	o						**67**	30			**67**		87	25
	p			**90**			43	23			**73**			47
M. VI	a	60					30	**73**						0
	b						**80**	23					50	0
	c	60					37	**73**						0
	d				**80**		23	**80**						20
	e						**67**	50			**83**			0
	f				**77**		47	**80**						1
	g	83					**80**	40	**73**					2
	h						**87**	23					53	1
	i													
	k													
	l													
	m													
	n													
	o													
	p													

Tabelle VI. Vertikale Punktdistanzen. Sukzessive Darbietung.
Normaldistanz: 30 mm.

		— 3	2,5	2	1,5	1	0,5	+ 0,5	1	1,5	2	2,5	3	G.-U.
K. XIV	a						67	53	73					0
	b						67	37		70				19
	c					67	57	57	77					0
	d				77		50	77						1
	e					87	57	50	87					0
	f						77	60	97					0
	g				67		27	23			80			58
	h					73	43	43			67			35
	i					80	63	73						0
	k					77	53	73						2
	l					77	50	77						0
	m					80	63	77						0
	n						73	67						3
	o					67	33	90						0
	p						87	57						0
K. VI	a						87	50	73					0
	b						80	53	87					0
	c						73	77						0
	d						73	63	93					0
	e						77	63	87					0
	f						80	53	87					0
	g			80			47	80						0
	h						83	47		70				0
	i						73	77						0
	k						80	30	87					0
	l				73		43	87						0
	m						93	50	80					0
	n				90		60	70						0
	o					67	60	63	67					0
	p						87	60	87					0

		— 3	2,5	2	1,5	1	0,5	+ 0,5	1	1,5	2	2,5	3	G.-U.
M. XIV	a					97	3	87						48
	b						67	43	70					2
	c						90	73						0
	d						70	83						53
	e				70		50	67						21
	f					77	57	67						8
	g					70	60	53	87					0
	h			73			37	90						7
	i			77			53	50		67				19
	k				90		37	57	73					37
	l			80			40	57	80					11
	m	80					43	60	83					15
	n	77		70			27	57		77			83	38
	o				67		23	80						17
	p		73				7	47			67		83	58
M. VI	a	80		80			60	67					87	0
	b						70	40				80	80	0
	c			87			30	77						21
	d		77				20	67						10
	e						67	23			67			0
	f						67	67					80	0
	g	87			67		33	43				77	77	21
	h						83	23					70	1
	i													
	k													
	l													
	m													
	n													
	o													
	p													

Tabelle VII. Horizontale Strichdistanzen. Sukzessive Darbietung.
Normaldistanz: 30 mm.

		3	2,5	2	1,5	1	— 0,5	+ 0,5	1	1,5	2	2,5	3	G.-U.
K. XIV	a						**83**	63	**83**					0
	b						**77**	43		**80**				28
	c						**80**	**67**						3
	d						**73**	57	**73**					0
	e						**73**	53	**73**					0
	f					**80**	50	**67**						0
	g		**93**				40	37			**83**			51
	h			**80**			53	43		**77**			**77**	30
	i					**70**	53	**77**						2
	k						**77**	**73**						0
	l						**77**	**73**						0
	m						**67**	**90**						0
	n						**90**	**83**						3
	o				**73**		43	**93**						0
	p						**93**	63	**80**					0
K. VI	a				**77**		53	**83**						0
	b						**80**	**83**						0
	c						**80**	37	**67**					0
	d						**83**	47	**67**					0
	e						**73**	**73**						0
	f					**73**	60	**73**						0
	g			**77**			40	**90**						0
	h						**83**	**77**						0
	i						**77**	60	**83**					0
	k						**90**	47		**87**				0
	l					**73**	60	**97**						0
	m						**83**	**67**						0
	n						**67**	**73**						4
	o					**87**	47	**87**						0
	p						**73**	**93**						0

		3	2,5	2	1,5	1	— 0,5	+ 0,5	1	1,5	2	2,5	3	G.-U.
M. XIV	a					**93**	0	**100**						53
	b						**70**	**77**						3
	c						**97**	53	**87**					0
	d					**83**	50	**93**						64
	e				**67**		37	37		**90**				34
	f				**67**		37	57	**70**					25
	g						**97**	**70**						0
	h					**67**	37	**83**						7
	i					**70**	50	23				**73**		28
	k					**90**	60	50	**77**					48
	l				**70**		40	**70**						20
	m			**80**			3	**87**						37
	n	**80**	**77**				7	40		**73**				50
	o					**70**	57	47	**77**					4
	p					**70**	40	37		**73**				53
M. VI	a	**80**		**70**			33	**67**						0
	b	**83**			**73**		43	30				**83**	**67**	0
	c	**80**	**67**				43	63		**80**			**83**	2
	d	**80**		**73**			30	**67**						8
	e	—			**77**		63	63		**73**				11
	f	**77**	**77**				27	**97**						0
	g					**67**	60	27				**87**	**80**	24
	h	**73**				**70**	63	23					**77**	0
	i													
	k													
	l													
	m													
	n													
	o													
	p													

Tabelle VIII. Vertikale Strichdistanzen. Sukzessive Darbietung.
Normaldistanz: 30 mm.

		3	2,5	2	1,5	1	— 0,5	+ 0,5	1	1,5	2	2,5	3	G.-U.
K. XIV	a						**87**	**70**						0
	b						**67**	**67**						0
	c						**83**	**80**						0
	d						**70**	**70**						0
	e					**70**	63	**83**						0
	f				**73**		50	**83**						0
	g		**100**				33	57		**73**				51
	h						**100**	17				**73**	80	1
	i				**83**		63	**73**						0
	k					**70**	50	**73**						8
	l				**90**		50	**80**						0
	m						**67**	**97**						0
	n						**67**	**87**						4
	o					**77**	63	**77**						0
	p						**93**	60	**67**					0
K. VI	a				**73**		20	**80**						0
	b						**77**	40	**67**					0
	c						**97**	27		**77**				**0**
	d						**73**	53	**83**					0
	e						**87**	57	**83**					0
	f						**90**	**67**						0
	g					**80**	57	**80**						0
	h						**73**	43	**77**					0
	i						**90**	57	**70**					0
	k						**83**	27	**67**					0
	l					**80**	63	**77**						0
	m						**77**	**80**						0
	n						**77**	**80**						0
	o				**87**		60	**90**						0
	p						**80**	**67**						0

		3	2,5	2	1,5	1	— 0,5	+ 0,5	1	1,5	2	2,5	3	G.-U.
M. XIV	a					**97**	7	**97**						48
	b					**73**	60	**77**						0
	c						**97**	53	**83**					0
	d				**100**		43	**90**						58
	e						**67**	20			**77**			25
	f					**70**	50	43		**70**				20
	g						**70**	70						0
	h			**83**			27	**93**						1
	i	83				**83**	43	33				**87**	80	14
	k						**70**	**67**						20
	l						**77**	63	**70**					10
	m	83	**67**				33	**73**					83	21
	n	60					17	63		**77**			73	34
	o			**87**			17	**93**						12
	p			**87**			40	23					53	53
M. VI	a						**77**	27		**67**			73	0
	b	83		**70**			60	50					**67**	0
	c	53					27	**80**					70	2
	d	87			**80**		53	60	**87**					2
	e						**80**	30				**67**	83	18
	f					**73**	57	**70**						2
	g					**70**	50	50			**80**			17
	h	87				**77**	63	30			**70**		70	0
	i													
	k													
	l													
	m													
	n													
	o													
	p													

Tabelle IX. I. Simultane Darbietung von Linien.

A. Parallele Linien.

a) Differenz auf einer Seite

α) horizontal

	3	2,5	2	1,5	1	— 0,5	+ 0,5	1	1,5	2	2,5	3	G.-U.
M. VI i				|	**77**	43	**80**		|				18
k					| **93**		**87**		|				0
l				|	**93**	63	**93** |						43
m					|	**93**	**80**			|			7
n				|	**87**	40	50	**73**			|		58
o					|		**77**	**93** |					4
p				|	**100**	37	50	**87**	|				62

β) vertikal

	3	2,5	2	1,5	1	— 0,5	+ 0,5	1	1,5	2	2,5	3	G.-U.
M. VI i					|	**67**	**83**				|		0
k					**93** |	30	**83**		|				55
l					|	**70**	**97** |						40
m						| **97**	**97** |						13
n					**87** |	60	47		**93** |				39
o					|	**80**	**93** |						3
p					**100** |	43	57	**93** |					63

b) Differenz auf beiden Seiten

α) horizontal

	3	2,5	2	1,5	1	— 0,5	+ 0,5	1	1,5	2	2,5	3	G.-U.
M. VI i				|	**77**	60	**93** |						33
k					|	**93**	**77**		|				10
l				|	**73**	50	60	**80**		|			36
m					|	**77**	**87**							0
n				| **90**		30	50		**90**	|			43
o			|		**87**	63	**73**		|				12
p				|	**90**	57	17		**90** |				63

β) vertikal

	3	2,5	2	1,5	1	— 0,5	+ 0,5	1	1,5	2	2,5	3	G.-U.
M. VI i					| **90**	53	**80**		|				17
k				|	**67**	27	17			**97** |			67
l				|	**87**	57	**70**			|			31
m						| **97**	**97** |						10
n				|	**73**	40	40		**73**			80	56
o					|	**80**	**93** |						0
p				|		**67**	50	**77**	|				61

B. Aneinandergrenzende Linien.

α) horizontal

		3	2,5	2	1,5	1	−0,5	+0,5	1	1,5	2	2,5	3	G.-U.
M. VI	i					**70**	50	**73**						5
	k	77		**77**			40	33			**67**		80	39
	l				**80**		50	**87**						12
	m				**80**		50	**77**						27
	n	50					33	50	**77**				80	26
	o	77			**83**		63	53				**100**		1
	p						**80**	53	**80**					12

β) vertikal

		3	2,5	2	1,5	1	−0,5	+0,5	1	1,5	2	2,5	3	G.-U.
M. VI	i			**77**			**47**	**77**						0
	k					**73**	63	63	**73**					0
	l	83			**73**		53	63			**77**		87	13
	m					**80**	53	**83**						0
	n					**70**	40	**90**						4
	o				**87**		60	63	**70**					20
	p						**67**	**70**						10

II. Sukzessive Darbietung von Linien.

a) horizontal

		3	2,5	2	1,5	1	−0,5	+0,5	1	1,5	2	2,5	3	G.-U.
M. VI	i					**87**	63	53		**67**				0
	k				**73**		37	**73**						0
	l				**77**		63	53	**67**					7
	m					**67**	7	**87**						0
	n	87			**83**		60	57	**80**					1
	o						**67**	**87**						0
	p						**70**	**93**						0

b) vertikal

		3	2,5	2	1,5	1	−0,5	+0,5	1	1,5	2	2,5	3	G.-U.
M. VI	i				**73**		60	**80**						12
	k					**70**	47	**90**						0
	l						**67**	53	**73**				87	12
	m					**73**	33	**73**						0
	n						**70**	50					**80**	11
	o						**77**	40					**77**	0
	p					**67**	37	**83**						0

Horizontale Punktdistanzen. (Ergänzung zu Tab. I.)

Simultane Darbietung.

		3	2,5	2	1,5	1	−0,5	+0,5	1	1,5	2	2,5	3	G.-U.
M. VI	i	87		**73**			60	**77**						0
	k	67	**77**				27	**87**						0
	l					**80**	53	**67**						3
	m					**67**	43	**87**						8
	n						**73**	63	**70**					2
	o	83			**73**		47	47		**77**			83	0
	p	73	**73**				43	**77**						12

Tabelle X. 3—5jährige Kinder.

Wagerechte Punktdistanzen

gleichzeitig dargeboten

	3	2,5	2	1,5	1	— 0,5	+ 0,5	1	1,5	2	2,5	3	G.-U.
K. V a			|	67		40	60	77		|			0
M. V a			|		83	50	83		|				0
K. IV a		|	80			57	50		83		|		0

nacheinander dargeboten

	3	2,5	2	1,5	1	— 0,5	+ 0,5	1	1,5	2	2,5	3	G.-U.
K. V a			|			67	57			90	|		0
M. V a				|	67	63	53	73			|		0
K. IV a			|		67	50	77		|				0

Wagerechte parallele Linien
Differenz auf einer Seite

	3	2,5	2	1,5	1	— 0,5	+ 0,5	1	1,5	2	2,5	3	G.-U.
K. IV b			|		67	47	87	|					0
M.[1] IV a			|		70	63	73		|				0
K. III a				|	90	57	97	|					0
K. III b			|		73	50	63	70		|			0
M. III a				|	67	50	70			|			0

Aneinandergrenzende
wagerechte Linien

	3	2,5	2	1,5	1	— 0,5	+ 0,5	1	1,5	2	2,5	3	G.-U.
K. IV b	77		67			43	77			|			0
M.[1] IV a													
K. III a			|	73		57	60	67		|			0
K. III b			|	73		50	60	70			83		0
M. III a			|		77	47	73			|			0

Nacheinander dargebotene
wagerechte Linien

	3	2,5	2	1,5	1	— 0,5	+ 0,5	1	1,5	2	2,5	3	G.-U.
K. IV b		|			67	57	80				87		0
M.[1] IV a													
K. III a		|		70	23	87	|					0
K. III b	70			70		50	50				70		0
M. III a			|			70	43	77		|			0

[1] M. IV a konnte krankheitshalber an der 2. und 3. Versuchsreihe nicht teilnehmen.

Tabelle XI.
3—5jährige Kinder. Summarische Prüfung.

Bei simultaner Vergleichung vermochten zu beurteilen:	von 10 5jährigen Kindern	von 10 4jährigen Kindern	von 10 3jährigen Kindern
Punktdistanzen	7	5	0
Keine Punktdistanzen aber Linien .	3	5	4
Keine Punktdistanzen und Linien, aber Stäbe			3
Weder Punktdistanzen noch Linien noch Stäbe			3

C. Ergebnisse.

1. Aus der Zusammenstellung in Tabelle XI ist zunächst ersichtlich, in welchem Lebensalter die Kinder im allgemeinen die Fähigkeit, Raumgröfsen zu beurteilen, erlangen dürften.

Von meinen zehn 3jährigen Versuchspersonen waren, wie aus der obigen Zusammenstellung hervorgeht, sieben imstande, die vorgelegten Linien und Stäbe der Gröfse nach miteinander zu vergleichen; auch Binets jüngste Versuchsperson stand im Alter von $2\,^1/_2$ Jahren. Demnach dürfte die Annahme berechtigt sein, dafs sich bei den Kindern in der Regel im 3. Lebensjahre die Fähigkeit einstellt, Raumgröfsen zu beurteilen.

2. Tabelle XI gibt auch Aufschlufs darüber, an welchen Objekten sich die Gröfsenurteile entwickeln.

Von den zehn 3jährigen Versuchspersonen vermochten sechs die Gröfsenunterschiede der Linien nicht anzugeben; unter diesen waren aber noch drei, welche die Gröfsenunterschiede bei Stäben auffassen konnten. Dabei wurden die Längendifferenzen stehender Stäbe besser erkannt als liegender.

Einige 4- und 5jährige Kinder konnten die dargebotenen Linien und Punktdistanzen erst beurteilen, nachdem mit ihnen zuvor einige Übungen mit Stäben, die liegend oder stehend nebeneinander gesetzt waren, angestellt worden waren. Auch die Beobachtung erscheint mir erwähnenswert, dafs die kleinen Kinder Punktdistanzen und Linien in phantasievoller Weise vergegenständlichen; sie sehen in ihnen z. B. Strafsen oder Bäume, die bald „länger“, bald „kleiner“ gewachsen sind. Am spätesten stellt sich die Auffassung der Punktdistanzen ein; noch

unter den fünfzehn 6jährigen Mädchen befanden sich sieben, welche dazu nicht imstande waren. Sie bemerkten nur die Punkte und vermochten die zwischen ihnen liegende leere Strecke nicht herauszuheben. Dafs aber diese Fähigkeit durch Übung in der Beurteilung von Linien schnell erworben wird, zeigt Tabelle IX, auf welche ich weiter unten zu sprechen komme.

Hieraus ist ersichtlich, dafs die Gröfsenbeurteilung sich zuerst an Gegenständen der gewöhnlichen Umgebung bildet und dann erst nach und nach sich auch auf blofse Schemata erstreckt.

3. Über die Genauigkeit des Augenmafses geben die Tabellen I—VIII Aufschlufs. Zur bequemen Übersicht gebe ich auf Grund dieser Tabellen in nachfolgender Zusammenstellung an, wieviele Beobachter bei den einzelnen Versuchsreihen auf jede der zwölf möglichen Totalschwellen: 1, 1,5, 2, 2,5 usf. bis 6 und mehr als 6 mm entfallen.

Totalschwelle				1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	mehr als 6
K. XIV (15)	Sim.	Punktdist.	hor.	1	3	6	2	1	1			1			
	„	„	vert.	2	8	2	1		1			1			
	„	Strichdist.	hor.		8	4	1	1		1					
	„	„	vert.	2	5	3	3		1			1			
	Sukz.	Punktdist.	hor.	1	6	2	2	1	1	1					1
	„	„	vert.	1	8	4		1	1						
	„	Strichdist.	hor.	5	5	3			1		1				
	„	„	vert.	6	4	3		1		1					
K. VI (15)	Sim.	Punktdist.	hor.	3	6	3	1	1	1						
	„	„	vert.	3	10	2									
	„	Strichdist.	hor.	1	12	2									
	„	„	vert.	2	9	4									
	Sukz.	Punktdist.	hor.	4	6	4	1								
	„	„	vert.	2	8	4	1								
	„	Strichdist.	hor.	6	6	2	1								
	„	„	vert.	4	8	3									
M. XIV (15)	Sim.	Punktdist.	hor.	3	1	2	3	4	2						
	„	„	vert.	4		3	4	3		1					
	„	Strichdist.	hor.	1	7	3	3		1						
	„	„	vert.	3	3	3	3	2		1					
	Sukz.	Punktdist.	hor.	2	5	2	2	2	1	1					
	„	„	vert.	2	3	3	2	1	2	1	1				
	„	Strichdist.	hor.	3	3	3	3	1	1	1					
	„	„	vert.	2	5		4	1	1						2

Totalschwelle				1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	mehr als 6
M. VI (8)	Sim.	Punktdist.	hor.			4	4								
	„	„	vert.		2	1	1	2	2						
	„	Strichdist.	hor.		2	1	4	1							
	„	„	vert.		2	3	1	1							1
	Sukz.	Punktdist.	hor.		1	2	1								4
	„	„	vert.	1			3	2	1	1					
	„	Strichdist.	hor.			1	1	2	1	3					
	„	„	vert.		1	1	1	3				1			1

Im grofsen und ganzen ergibt sich am häufigsten, wie man ohne weiteres sieht, die Totalschwelle 1,5. Bei den Knaben, besonders den 6jährigen, enthält diese und die beiden benachbarten Rubriken weitaus die gröfste Zahl aller Urteilenden. Erheblich stärkere Dispersion zeigen die Mädchentabellen.

Aus dieser Zusammenstellung ist folgendes zu ersehen:

a) Die Unterscheidungsfähigkeit für Punktdistanzen ist bei Kindern in beiden Altersstufen von der für Strichdistanzen unter den angegebenen Versuchsumständen nicht wesentlich verschieden. Fechner hält es für wahrscheinlich, dafs flächenhafte Distanzen zwischen Parallelen (Strichdistanzen) besser beurteilt werden können als lineare zwischen Punkten[1]; Messer behauptet das Gegenteil.[2] Vielleicht zeigen sich die Unterschiede in der Beurteilung der Strich- und Punktdistanzen erst, wenn die Begrenzungslinien der Strichdistanzen länger genommen werden als bei den obigen Versuchen, wo sie nur 20 mm lang waren.

b) Auch die Lage der Beobachtungsobjekte erweist sich als einflufslos auf die Genauigkeit des Augenmafses.

c) Obgleich man annehmen könnte, dafs die Vergleichung sukzessiv dargebotener Objekte schwieriger sei als die simultan dargebotener, da sie höhere Anforderungen an die Aufmerksamkeit und das Gedächtnis stellt, zeigen die betreffenden Zahlen in der obigen Zusammenstellung (mit Ausnahme der Reihen M. VI) doch nicht einen irgendwie auffälligen Rückgang. Das mag zum Teil daher kommen, dafs sich die Versuchspersonen beim Sukzessivvergleich mehr zusammennahmen, da ihnen vor Beginn

[1] Fechner: Elemente der Psychophysik, Bd. I, S. 218.

[2] Messer: Vergleichen von Distanzen nach dem Augenmafs. *Poggendorfs Annalen der Physik* **157**, 172.

der betreffenden Versuchsreihen immer gesagt wurde, dafs jetzt etwas Schwieriges käme und sie sich besonders Mühe geben sollten, wodurch denn freilich etwas ungleiche subjektive Bedingungen geschaffen wurden. Daneben mag auch ein anderer Umstand nicht ohne Bedeutung sein. Erfahrungsgemäfs werden die Distanzen am besten beurteilt, wenn man bei der Vergleichung — gleichsam ohne Überlegung — dem ersten Eindrucke folgt, und das ist beim Sukzessivvergleich gewöhnlich der Fall, während beim Simultanvergleich die Wiederholung der Vergleichung oft ein Schwanken des Urteils zur Folge hat.

Der Hauptgrund dafür, dafs die Vergleichung sukzessiv dargebotener Objekte genauer ist als die simultan vorgeführter, scheint allgemeiner Natur zu sein. Auch bei Tast-, Geruchs- und Tonempfindungen hat man festgestellt, dafs es leichter ist, aufeinanderfolgende Reize zu unterscheiden als gleichzeitige.[1]

d) Die Knaben sind den Mädchen in der Genauigkeit des Augenmafses durchschnittlich überlegen; die 6jährigen Knaben übertreffen sogar die 14jährigen Mädchen. Wir wollen nicht sagen, dafs hieraus bereits mit Sicherheit schon auf einen allgemeinen Geschlechtsunterschied zu schliefsen wäre. Jedenfalls müfsten die Versuche unter anderen Bedingungen für beide Geschlechter wiederholt werden. Nation, Stadt und Land, Erziehung und Lebensweise vor der Schule usf. könnten Unterschiede bedingen. Doch bleibt die grofse Differenz bemerkenswert genug.

e) Vergleicht man die Genauigkeit des Augenmafses der 6jährigen Versuchspersonen mit derjenigen der 14jährigen, so findet man, die 6jährigen Mädchen ausgenommen, keine bedeutenden Unterschiede.

Dafs die Resultate der 6jährigen Mädchen zurückbleiben, hängt mit an der Art der beurteilten Objekte; mufsten doch von vornherein sieben Versuchspersonen dieser Gruppe von diesen Versuchen (Vergleichung von Punkt- und Strichdistanzen) ausgeschlossen werden, da sie nicht imstande waren, die leeren Distanzen herauszuheben (vgl. S. 9). Dafs trotzdem die Genauig-

[1] Vgl. E. H. Weber, Tastsinn und Gemeingefühl. Wagners Hdwb. III, 2, S. 544 und Stumpf, Tonpsychologie II, S. 64 und „Mafsbestimmungen über die Reinheit konsonanter Intervalle". *Zeitschr. f. Psychol. u. Physiol. d. Sinnesorg.* **18**, 366, 383, 399.

keit des Augenmafses auch bei ihnen schon sehr entwickelt ist, zeigt sich bei der Beurteilung ausgefüllter Distanzen (vgl. Tab. IX und S. 30).

Die 6jährigen Knaben scheinen den 14jährigen Knaben und Mädchen überlegen zu sein. Das liegt aber nur daran, dafs bei ihnen fast keine Gleichheitsurteile auftreten. Rechnet man bei den 14jährigen Versuchspersonen die Hälfte der in unsere Tabelle nicht aufgenommenen Gleichheitsurteile den richtigen Fällen zu, so verschwindet der Unterschied.

Es ergibt sich also, dafs in bezug auf die Genauigkeit des Augenmafses in der Zeit vom 6.—14. Jahre keine Entwicklung stattfindet. Ja sogar unter den 4- und 5jährigen Kindern finden sich einige, die eine Totalschwelle von nur 1 mm aufweisen (vgl. Tab. X). Man ist also zu der Annahme berechtigt, dafs das Augenmafs der Kinder schon frühzeitig sehr genau ist. „Es ist", wie bereits Compayré auf Grund der Binetschen Versuche sagt, „ein Entwicklungsgesetz der Fähigkeiten, dafs diejenigen, welche noch keine Überlegung voraussetzen, sehr schnell einen höheren Grad der Vervollkommnung erreichen. Das Kind, welches an Urteilskraft wie an Abstraktionsvermögen so sichtlich unter dem Erwachsenen steht, zeigt sich ihm selbst gleich" — übertrifft ihn vielleicht — „wenn es sich darum handelt, zu sehen, mit dem Augenmafs die Flächen und die Linien abzuschätzen".[1]

Um die Leistungen der Kinder an denen Erwachsener messen zu können, liefs ich auch sechs Herren und Damen im Alter von 25—50 Jahren wagerechte Punktdistanzen simultan und sukzessiv beurteilen. Es stellte sich heraus, dafs diese Erwachsenen in der Unterscheidungsfähigkeit im allgemeinen gegen die Kinder zurückstanden. Bei den sechs Beobachtern schwankten die Totalschwellen bei simultaner Darbietung der Vergleichsobjekte zwischen 1,5 und 5,5 mm; bei sukzessiver Darbietung konnte bei zwei Personen mit den zu Gebote stehenden Differenzen die Totalschwelle überhaupt nicht festgestellt werden.

Danach scheint die Unterscheidungsfähigkeit bei Erwachsenen ab-, jedenfalls nicht zuzunehmen. Indessen ist die Zahl der untersuchten Erwachsenen noch zu gering, um sichere Schlüsse zu ziehen.

4. Mit der Genauigkeit des Augenmafses hängt auch das

[1] Compayré, „Die Entwicklung der Kinderseele" S. 94.

Vorkommen der Gleichheitsurteile zusammen. Die letzte Vertikalkolumne der Tabellen enthält die Prozentzahlen der Gleichheitsurteile, welche innerhalb der Totalschwellen abgegeben wurden.

Es zeigen sich hier bedeutende Unterschiede hinsichtlich des Alters und Geschlechts. Bei den 3- bis 5jährigen Versuchspersonen kommen gar keine Gleichheitsurteile vor; bei den 6jährigen Knaben betragen sie im Durchschnitt 1 %, bei den 6jährigen Mädchen 6 % bei Punkt- und Strichdistanzen, 17 % bei Beurteilung stetig ausgefüllter Distanzen, bei den 14jährigen Knaben 12 % und den gleichaltrigen Mädchen 25 %; bei den Erwachsenen waren innerhalb der Totalschwelle 51 % Gleichheitsurteile.

Innerhalb einer Beobachtergruppe treten bedeutende individuelle Unterschiede hervor. Im allgemeinen nimmt im Verlaufe der Versuchsreihen die Zahl der Gleichheitsurteile ab; doch gibt es auch einzelne Individuen, welche bei der letzten Versuchsreihe noch dieselbe hohe Zahl der Gleichheitsurteile aufweisen.

Dasselbe bestätigen tabellarische Übersichten der sämtlichen Gleichheitsurteile auch aufserhalb der Totalschwellen, die hier mitzuteilen unnötig scheint. Auch da zeigen sich sehr grofse individuelle Unterschiede, bedeutende Unterschiede zwischen Knaben und Mädchen und im allgemeinen Abnahme mit den späteren Reihen, wenigstens insoweit als die beiden letzten Reihen fast regelmäfsig für alle Individuen erheblich kleinere Anzahlen aufweisen. Eine eigentliche Verbesserung des Urteils möchte ich hierin nicht erblicken, sondern eine allgemeine Urteilsdisposition, wie sie sich auch sonst vielfach bei Versuchsreihen Erwachsener einstellt mag man sie nun als wachsende subjektive Zuversicht oder sonstwie näher bezeichnen.

5. Tabelle IX zeigt die Genauigkeit des Augenmafses 6jähriger Mädchen bei Vergleichung von Linien in verschiedenen Lagen. Auch hier habe ich die Tabellen nach der oben angegebenen Methode bearbeitet. Die Totalschwellen liegen auch hier in weitaus den meisten Fällen zwischen 1 und 2 mm. Die Unterschiede der Versuchsreihen, je nach den Lageverhältnissen der Linien, sind nicht grofs, aber doch merklich und aus den Umständen begreiflich.

Bei der Beurteilung wagerechter paralleler und senkrechter paralleler Linien (Versuchsreihen 1 bis 4) drängt sich die Längendifferenz durch das Vorspringen und Zurücktreten der Vergleichs-

linie auf, am meisten, wenn die Differenz auf einer Seite zum Ausdruck kommt, etwas weniger, wenn sie auf beide Seiten verteilt ist und am wenigsten, wenn die Linien aneinandergrenzen (Versuchsreihen 5 und 6).

Bei dem Vergleichen der horizontalen und der vertikalen Parallelen wird weniger die eigentliche Länge beurteilt, als vielmehr die Abweichung der Endpunkte der Vergleichslinie von der senkrechten Richtung bei den horizontalen Parallelen, resp. die Abweichung von der wagerechten Richtung bei den vertikalen Parallelen. Diese Abweichung beträgt unter den bestehenden Versuchsbedingungen im ungünstigsten Falle (bei einem Abstande der Parallelen von 10 mm und einer Längendifferenz von $^1/_2$ mm, wenn dieselbe auf einer Seite liegt, und $^1/_4$ mm, wenn dieselbe auf beide Seiten verteilt ist) $2^0\ 8'$ resp. $1^0\ 25'$, Abweichungen, die grofs genug sind, um von der Mehrzahl der 6jährigen Beobachter bemerkt zu werden. Bei der Beurteilung der aneinandergrenzenden Linien ist für das Zustandekommen des Urteils wesentlich, dafs eine Nachwirkung der Fixation der Normallinie oder des Durchlaufens derselben mit dem Blicke — möge sie nun in einem Vorstellungsbilde oder in einem Residuum irgend welcher anderen Art bestehen — mit dem Gedächtnis festgehalten wird, um mit der durch Betrachtung der Vergleichslinie erzeugten Empfindung in Verbindung zu treten und so das Vergleichsurteil zu bewirken. Hier findet also im Grunde schon eine Art Sukzessivvergleich statt; die Vorgänge sind um vieles komplizierter und erfordern eine höhere Leistung der Aufmerksamkeit und des Gedächtnisses.

Schliefslich wurden den Beobachtern dieser Versuchsgruppe Punktdistanzen, die sie anfangs nicht beurteilen konnten, noch einmal vorgelegt, und es zeigte sich, dafs sie nunmehr auch imstande waren, die leeren Strecken zwischen den Punkten aufzufassen; jetzt hatten 3 von den 7 Beobachtern eine Totalschwelle von höchstens 2 mm.

6. Als allgemeine Bemerkung möchte ich noch hinzufügen, dafs bei simultaner Darbietung der Vergleichsobjekte bei den ersten Versuchen Normal- und Vergleichsdistanz sehr sorgfältig fixiert und mehrmals miteinander verglichen wurden, ehe das Urteil abgegeben wurde. Sehr bald aber wurde nur die Vergleichsdistanz besonders ins Auge gefafst, das Urteil erfolgte unmittelbarer. Bei sukzessiver Darbietung vermochten einige Ver-

suchspersonen, nachdem sie sich die Normaldistanz bei den ersten Versuchen einige Male genau besehen hatten, die Versuchsrunde auch mit bestem Erfolg zu Ende zu führen, ohne weiter die Normaldistanz zu betrachten. In diesen Fällen scheint durch die Normaldistanz zeitweilig für das Bewufstsein ein absoluter Nullpunkt hergestellt zu sein, der die zweite Distanz nicht so sehr als gröfser oder kleiner, denn als klein oder grofs überhaupt erscheinen läfst, ähnlich wie bei den Martin-Müllerschen Gewichtsversuchen das Vergleichsgewicht sehr oft nach dem absoluten Eindruck beurteilt wurde.[1]

In Berücksichtigung des Alters der Versuchspersonen konnten wichtige Aussagen der Selbstbeobachtung, die für die Theorie des Simultan- und Sukzessivvergleichs von Bedeutung wären, nicht erwartet werden.

Als das wichtigste Ergebnis der vorstehenden Untersuchungen wird der Mangel einer Entwicklung innerhalb des schulpflichtigen Alters, ja bei manchen Kindern schon vom 3. Jahre ab, erscheinen. Selbstverständlich beanspruchen wir auch für dieses Ergebnis keine ganz allgemeine Gültigkeit; in anderen Ländern, bei anderen Methoden und Tendenzen des Unterrichts könnte sich anderes herausstellen. Doch dürfte es für deutsche Schulen im wesentlichen überall zutreffen. Wie aber ist es zu erklären?

Man wird geneigt sein, den Geist und die Methode unseres Schulunterrichts, speziell des Zeichenunterrichts, dafür verantwortlich zu machen. Indessen ist die Frage, ob der Schule überhaupt die Aufgabe zukommt, das durch den natürlichen Sinnesgebrauch bereits so weit entwickelte Augenmafs noch mehr zu verfeinern, als es für die praktischen Bedürfnisse des gewöhnlichen Lebens erforderlich ist. Auch dem Zeichenunterrichte darf schwerlich in erster Linie die blofse Entwicklung des Augenmafses als Ziel gesteckt werden.

Die bemerkenswerteste Seite unseres Ergebnisses dürfte daher weniger darin liegen, dafs das Augenmafs nicht noch weiter entwickelt wird, als vielmehr darin, dafs es bereits in so früher Zeit so hoch entwickelt ist.

Anders verhält es sich mit der Entwicklung des Augenmafses nach der Tiefendimension auf Grund erfahrungsmäfsiger

[1] Vgl. Lillie J. Martin und G. E. Müller: Zur Analyse der Unterschiedsempfindlichkeit, S. 43 ff.

Kriterien. In dieser Hinsicht kann man gewifs einen Fortschritt innerhalb des schulpflichtigen Alters erwarten und verlangen. Doch haben wir diese Seite der Entwicklung vorläufig nicht in die Untersuchung einbezogen.

II. Versuche in den Flächendimensionen unter täuschenden Umständen.

A. Beschreibung der angestellten Versuche.

Eine zweite Gruppe von Versuchen sollte feststellen, ob auch die Kinder schon bestimmten geometrisch-optischen Täuschungen unterworfen sind. Vom Standpunkte der verschiedenen Theorien dieser Täuschungen aus — eine allgemein anerkannte haben wir noch nicht — ist es ja nicht uninteressant zu wissen, ob die Täuschungen bei jüngeren Kindern bestehen oder nicht. Ich gebe zunächst die von mir gefundenen Tatsachen und lasse die Besprechung zum Schlufs folgen.

Da mehrere der bisherigen Versuchspersonen inzwischen ausgeschult worden waren, wurden, um die Zahl zu vervollständigen, andere eingereiht. Von diesen will ich im voraus bemerken, dafs sie den Täuschungen im allgemeinen in gröfserem Umfange erlagen als diejenigen, welche an den vorhergehenden Versuchen teilgenommen und dadurch gröfsere Übung im genauen Betrachten erlangt hatten. Es handelte sich im nachfolgenden weniger um eine genaue quantitative Messung als vielmehr um eine sichere Konstatierung des Vorhandenseins der Täuschung und um annähernde Bestimmung ihres Umfanges. Zu diesem Zwecke wurden die Distanzen, die in den folgenden Figuren, obschon objektiv gleich, gewöhnlich als „gröfser" bezeichnet werden, in mehreren Abstufungen verkleinert.

Über das Verfahren ist nur zu bemerken, dafs die Versuchspersonen an einem Tische safsen und vom Versuchsleiter die auf Kartonpapier gezeichneten Figuren in regelloser Aufeinanderfolge gleichzeitig vorgelegt erhielten. Über jede Differenz wurden 10 Urteile abgegeben, die von einem Gehilfen notiert wurden. Wenn von diesen 10 Urteilen noch 7 im Sinne der Täuschung ausfielen, habe ich angenommen, dafs bei der betreffenden Differenz die Täuschung noch besteht.

1. Zunächst sollten 2 horizontale, zwischen 6 mm entfernten Parallelen liegende Strecken miteinander verglichen werden:

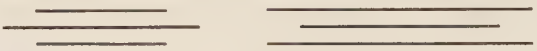


Fig. 1.

Die Normallinie, welche zwischen kürzeren (18 mm langen) Parallelen lag, hatte in jedem Falle eine Länge von 31 mm, die Vergleichslinie zwischen längeren (44 mm langen) Parallelen eine solche von 31, 30, 29, 28 und 27 mm. Die nachfolgende Übersicht läfst erkennen, wieviel Versuchspersonen bei der bezeichneten Distanz die Vergleichslinie als gröfser beurteilten.

Bei einer Differenz von	0	— 1	— 2	— 3	— 4 mm
wurden getäuscht von 15 K. XIV	15	13	12	9	7
15 M. XIV	14 } 29	15 } 28	12 } 24	9 } 18	6 } 13
15 K. VI	11	11	10	8	8
15 M. VI	14 } 25	13 } 24	13 } 23	10 } 18	5 } 13
von 5 Erwachsenen	5	5	5	4	4

Vier von den 6jährigen Knaben hatten die Täuschung nicht. Ein 14jähriges und ein 6jähriges Mädchen hatten zwar bei objektiver Gleichheit der Vergleichslinien die Täuschung nicht, beurteilten aber auch die Vergleichslinie bei — 1 und — 2 mm Differenz als gleich. Im allgemeinen zeigt sich, dafs die Täuschung bei 6jährigen, 14jährigen und Erwachsenen in gleichem Umfange vorhanden ist.

2. In der folgenden Zeichnung handelte es sich um die Beurteilung der beiden mittleren Kreisbogen:

Fig. 2.

Die Sehne des oberen Bogens hatte die konstante Länge von 19 mm, der untere Vergleichsbogen wurde auf beiden Seiten derartig verkürzt, dafs seine Sehne mit der des oberen Bogens um 0, — $^1/_2$, — 1, — $1^1/_2$ und — 2 mm differierte. Die Täuschung bestand darin, dafs von den beiden mittleren Kreisbogen der untere erheblich überschätzt wurde.

Bei einer Differenz von	0	$-\frac{1}{2}$	-1	$-1\frac{1}{2}$	-2 mm
erlagen der Täuschung von 15 K. XIV	15	14	13	9	2
15 M. XIV	15 30	14 28	11 24	8 17	0 2
15 K. VI	11	9	8	6	2
15 M. VI	14 25	10 19	6 14	5 11	0 2
von 5 Erwachsenen	5	5	4	2	0

Bei vier 6jährigen Knaben und einem 6jährigen Mädchen war die Täuschung nicht vorhanden; die 14jährigen scheinen demnach dieser Täuschung mehr unterworfen zu sein als die 6jährigen.

3. Im folgenden sollte der äufsere Kreis des kleineren Ringes mit dem inneren Kreise des gröfseren Ringes verglichen werden.

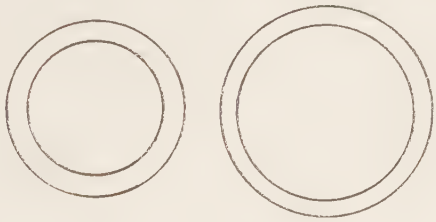


Fig. 3

Der Normalkreis hatte in jedem Falle einen Durchmesser von 25 mm; der Durchmesser des Vergleichskreises differierte um 0, $-1\frac{1}{2}$, $-2\frac{1}{2}$, $-3\frac{1}{2}$ und -4 mm. Die Mittelpunkte der Kreisringe waren 49 mm voneinander entfernt. Die Täuschung bestand darin, dafs der eingeschriebene Kreis überschätzt wurde.

Bei einer Differenz von	0	$-1\frac{1}{2}$	$-2\frac{1}{2}$	$-3\frac{1}{2}$	-4 mm
hatten die Täuschung von 15 K. XIV	13	11	8	5	2
15 M. XIV	15 28	14 25	12 20	7 12	2 4
15 K. VI	14	10	10	7	1
15 M. VI	15 29	14 24	13 23	11 18	10 11
von 5 Erwachsenen	5	4	2	1	0

Zwei 14jährige Knaben und ein 6jähriger hatten die Täuschung nicht. Die VI M. sind dieser Täuschung besonders

zugänglich; bei einer Differenz von 4 mm sind von 15 Versuchspersonen noch 10 der Täuschung unterworfen.

4. Bei der nächsten Täuschung handelte es sich um die Vergleichung einer leeren Distanz mit einer ausgefüllten:

Fig. 4.

Die Normaldistanz war durch zwei Punkte bezeichnet und betrug 50 mm; die Vergleichsdistanz war durch sechs nebeneinander liegende Punkte dargestellt und betrug 50, 49, 48,5, 48 und 47,5 mm. Wie aus nachfolgender Zusammenstellung zu ersehen ist, war die angewandte Differenz von 2,5 mm bei der Mehrzahl der Beobachter aller Gruppen noch nicht imstande, die Täuschung zu beseitigen.

Bei einer Differenz von	0	−1	−1,5	−2	−2,5 mm
hatten die Täuschung von 15 K. XIV	15	14	13	11	11
15 M. XIV	15	15	15	13	11
15 K. VI	15	15	15	15	13
15 M. VI	15	14	14	13	13
von 5 Erwachsenen	5	5	5	5	4

5. Im folgenden sollte eine horizontale Ausdehnung mit einer vertikalen verglichen werden. Zu dem Zwecke wurden den Versuchspersonen eine Reihe rechtwinkliger Parallelogramme, die eine konstante Breite von 30 mm besafsen, und deren Höhe 27, 27½, 28, 28½, 29, 29½, 30, 31 und 32 mm betrug, vorgelegt.

Bei einer Differenz von	−3	−2,5	−2	−1,5	−1	−0,5	0	+1	+2 mm
beurteilten die Höhe als:	<=>	<=>	<=>	<=>	<=>	<=>	<=>	<=>	<=>
von 15 K. XIV	15	15	13 2	12 1 2	10 2 3	8 2 5	2 2 11	15	15
„ 15 M. XIV	12 3	11 4	11 3 1	3 6 6	4 4 7	2 13	2 13	15	15
„ 15 K. VI	15	15	14 1	13 2	10 5	9 6	1 14	15	15
„ 15 M. VI	14 1	13 1 1	11 4	9 1 5	11 2 2	3 12	15	15	15
v. 5 Erwachsenen	5	5	5	4 1	3 2	1 3 1	3 2	5	5

Aus dieser Tabelle geht hervor, dafs — wie gewöhnlich angenommen — auch bei den Kindern schon die Überschätzung der Vertikalen beim Quadrat für die meisten vorhanden ist, da selbst bei einer Differenz von $-1^1/_2$ mm noch eine gröfsere Anzahl der Täuschung unterlag. Aber die Tendenz ist nicht ganz allgemein, da von den 60 Versuchspersonen vier das Quadrat als solches erkannten und drei die Höhe sogar unterschätzten.

Nach den Erfahrungen, die sich bei Gelegenheit von Seminarübungen im Psychologischen Institut ergeben haben, hat sich gezeigt, dafs weniger als die Hälfte der Studenten die Vertikale des Quadrats für deutlich gröfser hielt. Es fanden sich auch öfter Herren, die die Horizontale überschätzten.

6. Zuletzt wurde den Beobachtern ein Normalrechteck von 26 mm Höhe und 40 mm Breite vorgelegt, das mit anderen Rechtecken, deren Höhe in jedem Falle 26 mm betrug, deren Breite aber nur um $\pm$ 1, 2, 3 mm differierte, verglichen werden sollte. Die Aufgabe war, auf Höhe und Breite zu gleicher Zeit die Aufmerksamkeit zu lenken und anzugeben, ob und in welchem Sinne sich dieselben geändert hatten.

Die nachfolgende Übersicht enthält die Summe der Urteile, welche in jeder Gruppe der Beobachter auf die neun möglichen Kombinationen:

$$\begin{matrix} < & < & < & = & = & = & > & > & > \\ < & = & > & < & = & > & < & = & > \end{matrix}$$

entfielen.

Differenz	— 3									— 2									
Breite: Höhe:	$<$ $<$	$<$ $=$	$<$ $>$	$=$ $<$	$=$ $=$	$=$ $>$	$>$ $<$	$>$ $=$	$>$ $>$	$<$ $<$	$<$ $=$	$<$ $>$	$=$ $<$	$=$ $=$	$=$ $>$	$>$ $<$	$>$ $=$	$>$ $>$	
K. XIV	6	24	107	1	2	5	4		1	6	24	104	1	4	6	5			
M. XIV	3	21	112		2	8	1	3		3	16	110		3	9	2	3	4	
K. VI	31		78				28		13	25		73				35		17	
M. VI	17	6	109		4		3	2	9	12	5	102		4	1	8	1	17	

Differenz	— 1									+ 1									
Breite: Höhe:	$<$ $<$	$<$ $=$	$<$ $>$	$=$ $<$	$=$ $=$	$=$ $>$	$>$ $<$	$>$ $=$	$>$ $>$	$<$ $<$	$<$ $=$	$<$ $>$	$=$ $<$	$=$ $=$	$=$ $>$	$>$ $<$	$>$ $=$	$>$ $>$	
K. XIV	6	19	84	2	8	8	12	6	5	4	11	24	3	11	3	67	12	15	
M. XIV	4	15	70		9	20	5	9	18	3	2	22		12	10	23	27	51	
K. VI	17		63	1			46		23	5		31				86		28	
M. VI	15	4	61		6	1	24	9	30	4	1	24		1	2	57	14	47	

Differenz	+ 2									+ 3								
Breite: Höhe:	$\leqq$	$\lessgtr$	$\leqq$	$=$	$=$	$=$	$\geqq$	$\gtrless$	$\geqq$	$\leqq$	$\lessgtr$	$\leqq$	$=$	$=$	$=$	$\geqq$	$\gtrless$	$\geqq$
K. XIV			2	3	12	1	84	35	13			4	7	1	84	35	19	
M. XIV	2	2	3	2	9		44	51	37	1	2	3	2	3	33	52	54	
K. VI	3		14				102	1	30	6		16			103		25	
M. VI	1	1	1	1	1	1	93	8	43		1	5		1	84	9	50	

In den wenigsten Fällen wurde die Veränderung richtig erkannt. (Richtig ist bei den Minusdifferenzen die Kombination $\leqq$, bei den Plusdifferenzen die Kombination $\geqq$.) Der gröfsere Teil der Versuchspersonen liefs sich durch das Hervortreten der relativ gröfseren Seite verleiten, bei verkleinerter Breite zugleich die Höhe als gröfser und bei vergröfserter Breite zugleich die Höhe als kleiner zu bezeichnen. (Vgl. die hohen Zahlen bei $\leqq$ resp. $\geqq$)

Die bei den 14- und 6jährigen Mädchen auf die Plusdifferenzen entfallende gröfsere Anzahl der Urteile $\gtrless$ ist wohl auf flüchtiges Beobachten zurückzuführen.

B. Diskussion.

Sehen wir nun zu, wie sich die obigen Resultate zu den zur Zeit am meisten diskutierten Theorien der geometrisch-optischen Täuschungen verhalten.

1. Nach Lipps erfüllt unsere Phantasie alle geometrischen Formen mit Kräften, die wir in uns selbst erleben. Diese Kräftevorstellungen sollen dann sowohl dem ästhetischen Eindrucke als auch den Täuschungen zugrunde liegen. Betrachten wir zwei räumliche Gröfsen nacheinander zum Zwecke des Vergleichens, so legen wir nach der gewöhnlichen Anschauung ein Vorstellungsbild der zuerst betrachteten Gröfse gleichsam auf die zweite. Lipps meint nun, dafs das vom ersten Eindruck zurückgebliebene Vorstellungsbild durch die Kräftevorstellung in seiner Gröfse verändert werde, und dafs dadurch die Täuschung bedingt sei. Vom Standpunkte dieser Theorie aus müfsten bei den 6jährigen Kindern der Volksschule, da sie

den Täuschungen unterliegen, auch schon die betreffenden Kräftevorstellungen vorhanden sein. Da eine sichere Entscheidung über das Vorhandensein oder Nichtvorhandensein der als unbewufst vorausgesetzten Kräftevorstellungen vorläufig wohl nicht herbeigeführt werden kann, so ist das Bestehen der Täuschungen bei 6jährigen Kindern mit der Lippsschen Theorie nicht unvereinbar. Eine gewisse Schwierigkeit dürfte ihr immerhin daraus erwachsen.

2. Wundt bringt die geometrisch-optischen Täuschungen mit den Muskelempfindungen des Auges in Zusammenhang, die nach ihm bekanntlich bei der Raumwahrnehmung eine ganz fundamentale Rolle spielen. Er führt z. B. die Überschätzung vertikaler Linien gegenüber horizontalen darauf zurück, dafs beim Wandern des Blickpunktes in vertikaler Richtung zwei Muskeln tätig sind, die sich zum Teil in ihrer Kraft kompensieren, während die Drehung des Auges in horizontaler Richtung immer nur von einem einzigen Muskel besorgt wird. Vom Standpunkte dieser Theorie aus, müfste man erwarten, dafs die Überschätzung vertikaler Linien bei allen Personen mit normalen Augenmuskeln bestände, soweit sie nicht durch anderweitige Erfahrungen kompensiert wird. Dies letztere ist aber bei 6jährigen Kindern sicher weniger zu erwarten als bei Erwachsenen. Nun hat sich zwar gezeigt, dafs, abgesehen von einem einzigen Kinde, alle 6jährigen beim objektiven Quadrate die Vertikale in der Tat ebenso wie Erwachsene für gröfser erklären; aber schon neun 6jährige Knaben erkennen die Vertikale richtig als kleiner, wenn sie nur um $^1/_2$ mm verringert ist. Der konstante Fehler ist also mindestens aufserordentlich gering. Auch ist er viel geringer als derjenige, der bei der Vergleichung zweier Linien, einer vertikalen und einer horizontalen, bei sukzessiver Darbietung von gleichaltrigen Kindern begangen wird, während die Tätigkeit der Muskeln in beiden Fällen die nämliche ist.[1]

Eine besondere Stütze für die Theorie der Muskelempfindungen hat man ferner in der Tatsache erblickt, dafs die ausgefüllte Strecke gegenüber der leeren im allgemeinen überschätzt wird. Man nahm an, dafs bei der ausgefüllten Distanz das Auge der Reihe nach die einzelnen Teilpunkte fixiere und dafs der

[1] Fräulein Selle hat hierüber Versuche angestellt, die demnächst publiziert werden sollen.

antagonistische Muskel jedesmal eine Bremswirkung ausübe, so dafs die Gesamtmuskeltätigkeit eine gröfsere wäre. Für diese Erklärung würde zwar die Tatsache günstig sein, dafs diese Täuschung bei allen Kindern vorhanden ist. Nun hat aber EBBINGHAUS neuerdings gezeigt[1], dafs diese Täuschung auch noch besteht, wenn fest fixiert wird, also alle Augenbewegungen ausgeschlossen sind. Auf Grund dieser Tatsache nimmt auch EBBINGHAUS an, dafs diese Täuschung mit Augenbewegungen nichts zu tun hat.

3. Sehen wir endlich zu, wie sich die Resultate zu SCHUMANNS Theorie verhalten.

Dafs die Überschätzung der Senkrechten gegenüber einer gleichlangen Horizontalen beim Quadrate erheblich geringer ist als bei zwei isoliert gegebenen Linien, ist nach den von SCHUMANN entwickelten Anschauungen leicht verständlich. Nach ihm kommt das Urteil beim Quadrat[2] durch Simultanvergleich zustande und beruht auf der Gestaltqualität dieser Figur. Während bei den isoliert gegebenen Linien ein Sukzessivvergleich eintritt und das Urteil in einer ganz anderen Weise zustande kommt.

Die Täuschung der eingeteilten Strecke hängt ferner nach SCHUMANN damit zusammen, dafs wir von einer Reihe gleicher und in gleichen Abständen angeordneter Elemente (Punkte, Linien, Kreise, Quadrate etc.) im allgemeinen nur drei bequem durch die Aufmerksamkeit gleichzeitig herausheben können. Da diese Fähigkeit bei Kindern jedenfalls nicht besser entwickelt sein wird als bei Erwachsenen, so ist nach der Theorie zu erwarten, dafs auch bei Kindern die Täuschung mindestens im gleichen Mafse besteht wie bei Erwachsenen, eine Erwartung, die durch die von mir gefundenen Resultate bestätigt wird.

Die unter 1—3 angeführten Täuschungen sind nach SCHUMANN auf eine Störung des Vergleichungsvorganges zurückzuführen. Betrachten wir beispielsweise zuerst eine Linie und wenden dann den Blick einer zweiten gröfseren oder kleineren zu, so sollen vom ersten Eindruck Residuen zurückbleiben, die bei der Wahrnehmung der zweiten Linie mitwirken und bestimmte Nebeneindrücke hervorrufen. Diese Nebeneindrücke

[1] Vgl. Bericht über den I. Kongrefs für experimentelle Psychologie S. 22 ff.

[2] Vgl. *Zeitschr. f. Psychol. u. Physiol. d. Sinnesorg.* **24**, S. 13 ff.

sollen das Vergleichungsurteil bedingen. Befinden sich nun in unmittelbarer Nähe der zu vergleichenden Linien, Kreise etc. andere räumliche Gebilde, so können diese auf das Zustandekommen der Nebeneindrücke Einfluſs gewinnen und dadurch unser Urteil in eine falsche Richtung lenken. Dabei ist wichtig, daſs die zu beurteilenden Gröſsen mit den benachbarten im Bewuſstsein ein einheitliches Ganzes bilden, da die Täuschungen sofort aufhören, sobald man die zu beurteilenden Gröſsen vor den anderen im Bewuſstsein hervortreten läſst.

Wenn sich nun gezeigt hat, daſs die Täuschungen auch bei dem gröſsten Teil der 6jährigen Kinder vorhanden sind, so steht diese Tatsache mit der Theorie in Übereinstimmung unter der Voraussetzung, daſs auch schon in diesem Alter im allgemeinen die zu vergleichenden Gröſsen mit den benachbarten einheitlich verbunden sind, so daſs letztere Einfluſs auf die das Urteil bedingenden Nebeneindrücke gewinnen können. Ob diese Voraussetzung wirklich zutrifft, läſst sich allerdings bei unseren jetzigen Kenntnissen nicht sicher entscheiden. Könnten wir ferner voraussetzen, daſs die Linienkomplexe der Figuren 1 und 2 bei den 6jährigen Kindern noch nicht so allgemein einheitlich verbunden sind wie bei den 14jährigen, so würde sich die Tatsache erklären, daſs bei mehreren 6jährigen Kindern die Täuschungen 1 und 2 nicht auftreten, während sie bei sämtlichen 14jährigen Kindern vorhanden sind (nur bei einem Mädchen ist es fraglich cf. S. 34). Bei Figur 2 könnte aber auch die Einheitlichkeit bei den 6jährigen Kindern ebensogut vorhanden sein und dafür nur eine andere mit der Einheitlichkeit in Zusammenhang stehende Erscheinung fehlen, die SCHUMANN zur Erklärung heranzieht.[1]

Bei Erwachsenen treten nämlich subjektive Grenzlinien auf, welche die untereinander liegenden Endpunkte der drei oberen Kreisbogen miteinander verbinden. Diese konvergierenden, subjektiven Grenzlinien setzen sich nach unten fort und die Aufmerksamkeit umfaſst dann im allgemeinen nicht nur die drei oberen Bogenlinien mit der zwischen ihnen befindlichen Fläche, sondern es tritt auch noch derjenige Teil der darunter befindlichen Fläche im Bewuſstsein hervor, welcher zwischen den konvergierenden subjektiven Grenzlinien liegt. Hierdurch soll eine Tendenz entstehen, aus den unteren der beiden zu vergleichenden Kreis-

[1] cf. *Zeitschr. f. Psychol. u. Physiol. d. Sinnesorg.* **30**, S. 264.

bogen ein mittleres Stück herauszuschneiden. Es ist nun möglich, dafs bei den 6jährigen Kindern diese Grenzlinien bzw. das Heraustreten eines nach unten spitz zulaufenden Flächenstückes noch nicht vorhanden sind, während die Einheitlichkeit besteht.

Demnach stehen die Resultate meiner Versuche in keinem Widerspruch zu Schumanns Theorie. Würde aber durch weitere Untersuchungen an Erwachsenen die Richtigkeit dieser Theorie erwiesen werden, so könnte man die Schlufsfolgerung ziehen, dafs bei den 6jährigen Kindern die einheitliche Verbindung der betreffenden Komplexe schon vorhanden ist. Ferner würde man aus der Tatsache, dafs auch die sechste Täuschung bei den 6jährigen Kindern besteht, schliefsen können, dafs bei ihnen schon die Verhältnisschätzung eine Rolle spielt, auf die Schumann diese Täuschung zurückführt.

III. Versuche in der Tiefendimension.

A. Aufgabe und Stand der Frage.

Eine dritte Gruppe von Versuchen sollte einen Beitrag liefern zur Entscheidung der Frage, ob Akkommodations- oder Konvergenzempfindungen eine Grundlage für unsere Tiefenschätzung bilden. Es erschien mir nicht uninteressant, gerade bei Kindern, die sich doch, wie aus dem Vorhergehenden ersichtlich ist, als gute Beurteiler räumlicher Verhältnisse erwiesen haben, hierüber Versuche anzustellen. Aufserdem leitete mich auch ein weiter unten anzuführender Grund.

Bevor ich zur Beschreibung der Versuche übergehe, mufs ich jedoch erst den gegenwärtigen Stand dieser Frage erörtern.

Bekanntlich schreiben Wundt und seine Schule den Akkommodations- und Konvergenzempfindungen eine hervorragende Rolle für das Tiefensehen zu, während im Gegensatz dazu Hering mit seinen Schülern von einer solchen Bedeutung derartiger Empfindungen nichts wissen will. Beide Parteien stützen ihre Ansicht auf die Ergebnisse von sorgfältig angestellten Versuchen.

Wundt hat in den Jahren 1859 und 1861 diese Frage zuerst experimentell näher untersucht.[1]

[1] *Zeitschrift für rationelle Medizin* von Henle und Pfeufer Bd. VIII: „Über den Einfluss der Akkommodation auf die räumliche Tiefenwahr-

Seine Resultate wurden später von Arrer kontrolliert und bestätigt.[1]

Die Versuchsanordnung war folgende: Der Beobachter saſs vor einem undurchsichtigen Schirme und sah durch eine kleine innen geschwärzte Röhre, die sich im Schirme befand und die den Ausblick auf eine mehrere Meter entfernte gleichmäſsig weiſse Wand gewährte. Im Gesichtsfelde befand sich nur ein sehr dünner schwarzer Faden, der senkrecht aufgehängt war und in der Richtung des Netzhautmeridians des gerade nach vorn blickenden Auges verschoben werden konnte. Dieser Faden war so lang, daſs auch bei den gröſsten Entfernungen weder das obere noch das untere Ende sichtbar waren, und ferner so dünn (0,22 mm), daſs die Veränderung der Gröſse des Netzhautbildes bei Näherung oder Entfernung innerhalb der hier in Betracht kommenden Grenzen nach Wundts Ansicht, der sich dabei auf Ergebnisse von Versuchen stützt, die Wülfing über den kleinsten Gesichtswinkel angestellt hat (*Zeitschrift für Biologie* **29**, S. 199 ff.), nicht bemerkt werden konnte.

Die Versuchspersonen beobachteten monokular und binokular die gleichzeitig und nacheinander dargebotenen Fäden.

Bei sukzessiver Darbietung wurde von Arrer nicht derselbe Faden benutzt, um etwa vorhandene Unebenheiten als Kriterien der Vergleichung auszuschalten.

Es ergab sich, daſs es auch bei monokularer Betrachtung — wenn auch in beschränkterem Maſse als bei binokularer — möglich war, Tiefenunterschiede wahrzunehmen.

Wundt nimmt zur Erklärung dieser Tatsache die Akkommodationsempfindungen, die bei Kontraktion der Binnenmuskulatur entstehen, in Anspruch und vertritt diesen Standpunkt auch noch in der 5. Auflage der Grundzüge der *Physiologischen Psychologie* **2**, S. 598: „Bei monokularem Sehen tritt wahrscheinlich in einem gewissen, wenngleich sehr unvollkommenen Grade die Akkommodationsanstrengung als Ersatz für die bei binokularem Sehen die Unterscheidung der Tiefendistanzen vermittelnden Konvergenz-

nehmung", Bd. XII: „Über den Einfluſs der Konvergenz auf die räumliche Tiefenschätzung"; beide Abhandlungen sind in Wundts *Beiträgen zur Theorie der Sinneswahrnehmung* 1862 wieder abgedruckt.

[1] Über die Bedeutung der Konvergenz- und Akkommodationsbewegungen für die Tiefenwahrnehmung. *Philosophische Studien* 1898, **13**, S. 116—161 und 222—304.

empfindungen) ein, die aber regelmäfsig zugleich an der infolge der Synergie zwischen Akkommodation und Konvergenz eintretenden Konvergenzänderung eine Unterstützung gewinnt."

Gegen Wundts Methode und Schlufsfolgerungen wandte sich im Jahre 1893 F. Hillebrand in einer unter Herings Leitung ausgeführten Untersuchung des Problems: „Das Verhältnis der Akkommodation und Konvergenz zur Tiefenlokalisation"[1] und in einer späteren Verteidigungsschrift: „In Sachen der optischen Tiefenlokalisation."[2] Er schlofs binokulare Versuche und solche, bei denen Normal- und Vergleichsdistanz gleichzeitig gegeben wurden, aus, die binokularen, da bei ihnen die Disparation der Netzhautbilder für die Beurteilung der Tiefenunterschiede ausschlaggebend ist, und sie daher zur Prüfung des Einflusses der Akkommodation und Konvergenz nicht geeignet sind, die simultanen u. a. aus dem Grunde, weil bei unruhiger Haltung des Kopfes die parallaktische Verschiebung ein Kriterium für die Tiefenlokalisation abgibt. Auch die Verwendung von Fäden als Beobachtungsobjekte verwarf Hillebrand, da bei ihnen die bei der Verschiebung unvermeidliche Änderung der Gröfse des Netzhautbildes als Kriterium für die Beurteilung der Tiefe ins Gewicht fällt. Die Untersuchung von Wülfing, auf die sich Wundt und Arrer stützen, könnten zur Entscheidung der Frage, ob bei einem Faden von 0,22 mm Dicke noch die Wahrnehmung der Gröfsenänderung ausschlaggebend sei, nicht herangezogen werden, da diese Versuche sich auf wesentlich andere Versuchsbedingungen bezögen. Er bediente sich deshalb einer mathematischen Linie als Beobachtungsobjektes.

Die Versuchspersonen sahen durch einen kurzen Tubus auf eine gleichmäfsig beleuchtete feststehende Milchglasplatte. Vor derselben war ein schwarzer Kartonschirm, nach der Tiefe verschiebbar, so eingestellt, dafs er bei jeder Entfernung die Hälfte des Gesichtsfeldes bedeckte. Der durch den Tubus blickende Beobachter sah also das Gesichtsfeld halb weifs und halb schwarz; er fixierte die senkrechte Begrenzungslinie, auf deren scharfes Hervortreten besondere Sorgfalt verwandt worden war. Es wurden zwei Klassen von Versuchen angestellt. Bei der ersten wurde der schwarze Schirm während der Fixation der Be-

[1] *Zeitschrift für Psychologie und Physiologie der Sinnesorgane* **7**, S. 97—151.
[2] *Zeitschrift für Psychologie und Physiologie der Sinnesorgane* **16**, S. 51—171.

grenzungslinie kontinuierlich verschoben; bei der zweiten Klasse wurden zwei Schirme, die in verschiedenen Entfernungen standen, angewandt: der erste verschwand aus dem Gesichtsfelde, wenn der andere von der entgegengesetzten Seite in dasselbe eintrat; im ersten Falle war also der Akkommodationswechsel ein kontinuierlicher, im zweiten ein abrupter.

Das Ergebnis der ersten Versuchsklasse war, daſs keine von den Versuchspersonen die Tiefenänderung richtig anzugeben vermochte; dagegen zeigte es sich bei der zweiten Klasse, daſs innerhalb gewisser Distanzen Tiefenunterschiede richtig erkannt wurden. Nach den Aussagen der Beobachter wurden die Differenzen aber nicht gesehen, sondern erschlossen. Hillebrand schlieſst aus den negativen Resultaten der ersten Versuchsklasse (kontinuierlicher Wechsel der Tiefenlage), daſs für die Beurteilung der Tiefenunterschiede beim Ausschluſs aller anderen Kriterien keinerlei Muskelempfindungen maſsgebend sein können. Die Tatsache, daſs bei der zweiten Versuchsklasse (sprungweise Änderung der Tiefenlage) trotzdem genügend groſse Tiefendifferenzen erkannt wurden, erklärt er auf folgende Weise[1]:

„Das zweite Objekt tritt auf und wird unscharf gesehen, in dem Bestreben des Deutlichsehens beginnt der Beobachter seine Akkommodation nach einer der beiden möglichen Richtungen (also z. B. für die Nähe) zu ändern; war die Richtung dieser Änderung die passende, so werden die Zerstreuungskreise kleiner und verschwinden endlich ganz, der Gegenstand wird scharf gesehen; war sie unpassend (spannt er z. B. die Akkommodation an, während das Objekt ferner liegt) dann wird das Bild nur noch undeutlicher, und der Beobachter merkt alsbald, daſs er den verkehrten Weg gegangen war und umkehren müsse; er gibt also die entgegengesetzte Innervation und gelangt so zum gewünschten Ziele.

Nun weiſs man aber bei willkürlich intendierter Akkommodationsänderung, in welchem Sinne man die Änderung vorgenommen hat. (Im gewöhnlichen Falle dürfte diese Kenntnis schon dadurch gegeben sein, daſs die Akkommodationsänderung unter der Leitung einer in der Phantasie auftretenden Nähen- bzw. Fernvorstellung erfolgt. Nur bei besonderer planmäſsiger Übung kann eine derartige Leitung vielleicht erspart werden.)

[1] a. a. O. S. 131 ff.

Ob ferner die Änderung eine passende war oder nicht, dies erkennt man aus dem Gröfser- resp. Kleinerwerden der Zerstreuungskreise und diese zwei Daten reichen hin, um zu erkennen, ob man es mit einem näher oder ferner gelegenen Objekte zu tun hat. Die Richtung des Tiefenunterschiedes wird also hier durch eine Art Ausprobierens erkannt."

Hillebrand stützte die Annahme des Ausprobierens mit Hilfe der Akkommodation durch Versuche, in denen die Unterschiede der Zeiten festgestellt wurden, die zur Akkommodation nötig waren, je nachdem der Beobachter wufste, ob das Vergleichsobjekt näher oder ferner war, oder nicht.

Das Hillebrandsche Verfahren wurde kontrolliert zunächst von Dixon und Arrer, welche im wesentlichen seine Resultate bestätigten. Dixon fand[1], dafs die Versuchspersonen bei abruptem Wechsel der Distanzen imstande waren, noch kleinere Tiefenunterschiede zu erkennen.

Arrer hält Hillebrands Versuchsanordnung für eine verfehlte, da es u. a. unmöglich sei, die mathematische Linie bestimmt zu lokalisieren.[2] „Niemals wufste der Beobachter mit Bestimmtheit anzugeben, ob die Kante, wenn sie verschoben wurde, nahe oder fern sei; und blieb sie an einem und demselben Orte stehen, so konnte er sich ebensogut denken, sie sei näher als ferner. Wie sollte da aber eine relative Tiefenschätzung möglich sein, wenn der Beobachter überhaupt keine bestimmte Vorstellung von der Entfernung der ersten Kante hat?" Für ihn steht fest, dafs Akkommodations- und Konvergenzempfindungen[3] das Mafs waren, nach dem die Tiefenvorstellungen verglichen werden konnten und auch verglichen werden.

Wundt macht in seiner Abhandlung: Zur Theorie der räumlichen Gesichtswahrnehmungen (*Philos. Studien* **14**, S. 16ff.) gegen die Hillebrandsche Versuchsanordnung geltend, dafs an der Grenze von Weifs und Schwarz unter den von Hillebrand angegebenen Bedingungen die Irradiation so stark wäre, dafs eine genaue Akkommodation nicht möglich sei. Hillebrand meint dagegen, diesem Übelstande lasse sich doch leicht abhelfen:

[1] On the Relation of Accommodation and Convergence to our Sense of Depth. Mind. New Series vol. IV. S. 195—212.

[2] a. a. O. S. 285.

[3] a. a. O. S. 303.

man macht einfach den hellen Hintergrund nicht allzu lichtstark.

Hierin stimmt ihm auch Baird bei, der die Hillebrandschen Versuche nachmachte, aber sonst im wesentlichen auf Seite Wundts steht.[1]

Im Gegensatz zu Hillebrands Ergebnissen konnten Bairds Versuchspersonen nicht nur bei abruptem, sondern auch bei kontinuierlichem Wechsel der Tiefendistanzen die Unterschiede innerhalb gewisser Grenzen erkennen.[2]

---

[1] „The Influence of Accommodation and Convergence upon the Perception of Depth." *American Journal of Psychology* **14**, Nr. 2, S 150—200.

[2] Baird führt die negativen Resultate Hillebrands auf ein fehlerhaftes Versuchsverfahren desselben zurück. Er ist der Meinung, dafs der verschiebbare Schirm schon in Bewegung war (a. a. O. S. 192), wenn die Beobachter das Auge an den Tubus legten, und dafs sie so nicht imstande waren, eine für die Abgabe eines Vergleichsurteils notwendige Ausgangsakkommodation zu gewinnen. Diese Annahme ist aber irrig. Hillebrand sagt bei der Beschreibung der betreffenden Versuchsanordnung: „Bei dieser ersten Klasse von Versuchen (a. a. O. S. 118) kommt es darauf an, das Objekt während der Bewegung in der Tiefendimension zu fixieren und der Bewegung mit der Akkommodation zu folgen, wobei der Beobachter selbstverständlich nicht weifs, wann die Bewegung beginnt und wann sie schliefst, noch auch, in welchem Sinne sie erfolgt, ob zu ihm hin oder von ihm weg. Und weiter unten: „Der Schirm war gewöhnlich längst (oft 20 cm und mehr) in Bewegung, ehe der Beobachter die entsprechende Angabe machte — sofern dies überhaupt geschah. In manchen Fällen wurde übrigens auch bei ruhender Kante Bewegung angegeben." Hieraus geht doch, meine ich, hervor, dafs sich Hillebrand des gerügten Fehlers nicht schuldig gemacht hat, und dafs seine Versuche mit denen Bairds — entgegen dessen Ansicht sehr wohl in Parallele gestellt werden können.

Baird wendet sich auch gegen die Annahme eines bewufsten Willensimpulses und sagt: Es wäre interessant zu erfahren, wie Hillebrand (a. a. O. S. 193) die negativen Resultate dieser Experimente mit seiner Annahme eines bewufsten Willensimpulses, durch welchen Akkommodationsänderungen bewirkt und zum Bewufstsein gebracht werden, vereinen will. Akkommodationsänderungen müssen entstanden sein, wenn der sich bewegende Schirm in verschiedenen Entfernungen in vollständiger Deutlichkeit gesehen wurde. Wenn nun diese Änderungen das Ergebnis eines bewufsten Willensimpulses waren, wie kam es, dafs der Beobachter sich der Distanzen nicht bewufst war?

Es ist nicht schwer, die Antwort hierauf den Ausführungen Hillebrands zu entnehmen. Dafs Akkommodationsänderungen in dem angezogenen Falle stattfanden, ist auch seine Meinung; denn aus ihrem Vorhandensein und der Tatsache, dafs die Tiefenunterschiede nicht erkannt

Diese Resultate sind überraschend. Jedoch in Rücksicht darauf, dafs Hillebrands Versuche mit kontinuierlicher Verschiebung des Schirmes auch von seinen Gegnern Dixon und Arrer gewifs mit peinlicher Sorgfalt geprüft und bestätigt, wenn auch anders gedeutet worden sind, und in Anbetracht der überaus grofsen Schwierigkeit, alle empirischen Momente für die Tiefenlokalisation auszuschliefsen, wird es erlaubt sein, vorläufig den Ergebnissen skeptisch gegenüberzustehen und anzunehmen, dafs doch noch Kriterien im Spiele waren, die unbemerkt geblieben sind. Unter den zahlreichen Personen, die im Berliner Psychologischen Institut am Hillebrandschen Apparate Beobachtungen anstellten, ist bis jetzt noch keine gefunden worden, die bei kontinuierlicher Verschiebung des Schirmes und Ausschliefsen aller anderen empirischen Momente die Tiefenunterschiede erkannt hätte.

Vor Baird veröffentlicht auch B. Bourdon in der „*Revue Philosophique* (1898, **46**, S. 124ff.), eine Untersuchung: „La Perception monoculaire de la profondeur." Die Fixationsobjekte waren leuchtende Punkte, deren Gröfse und Intensität so variiert werden konnten, dafs bei den verschiedenen Entfernungen diese sekundären Kriterien für die Distanzschätzungen keine Anhaltspunkte geben konnten. Bourdon gab die leuchtenden Punkte sukzessiv und simultan in einer Entfernung von 2 und 6,50 resp. 1 und 6 m. Die Beobachtung fand einmal mit unbewegtem und dann mit bewegtem Kopfe statt. Es zeigte sich bei der hier nur in Betracht kommenden Beobachtung ohne Bewegung des Kopfes, dafs die Tiefenunterschiede nicht erkannt werden konnten, woraus Bourdon den Schlufs zieht, dafs Akkommodationsempfindungen für die Tiefenschätzung bei monokularer Betrachtung und unbewegtem Kopfe ohne Einflufs sind.

Der Gegensatz der Meinungen rechtfertigt eine erneute

---

wurden, schliefst er ja, dafs sie für das Zustandekommen der Tiefenlokalisation nicht mafsgebend sind. Aber die Akkommodationsänderungen sind hier nicht das Ergebnis eines bewufsten Willensimpulses; denn dieser tritt nur ein, wenn Undeutlichsehen des Bildes voraufgeht. Die Geschwindigkeit der Bewegung des Schirmes ist aber eine derartige, dafs die Akkommodation sich automatisch fortsetzen kann und so die Kante stets scharf gesehen wird. Es fehlt hier also die Vorbedingung für den Eintritt des bewufsten Willensimpulses und damit auch die Grundlage für das Bewufstwerden der Distanzänderung.

Untersuchung. Dafs hierbei auch einmal Kinder als Versuchspersonen benutzt werden, empfiehlt sich namentlich aus dem Grunde, weil mit zunehmendem Alter Änderungen der Akkommodationsfähigkeit einzutreten pflegen und darum die Versuche, bei denen Herr Professor Schumann und ich selbst Versuchspersonen waren und die in bezug auf das Erkennen der Tiefenunterschiede ein negatives Resultat gaben, nicht voll beweiskräftig sind. Sodann aber auch aus dem Grunde, weil bei Kindern der Einfluſs der Konvergenz resp. Akkommodation am reinsten zutage treten müfste, vorausgesetzt, dafs Wundts Ansicht von der grundlegenden Bedeutung der Konvergenz- und Akkommodationsempfindungen für die Tiefenwahrnehmung richtig ist. Es bliebe ja immerhin denkbar, dafs bei Erwachsenen die Bedeutung der Muskelempfindungen gegenüber anderen Kriterien erheblich zurücktreten könnte.

B. Beschreibung der angestellten Versuche.

Ich stellte in der Tiefendimension zwei Arten von Versuchen an:

1. monokulare Betrachtung gleichzeitig gegebener,
2. monokulare Betrachtung kurz nacheinander gegebener Objekte.

Von diesen beansprucht die erste Art nur die Bedeutung von Vorversuchen; sie hatten in erster Linie den Zweck, besonders die 6jährigen unter meinen Versuchspersonen in Befolgung der methodischen Forderung des Fortschrittes vom Leichten zum Schweren auf die Beobachtung der sukzessiven Objekte vorzubereiten.

Trotz der grofsen Vorzüge des Hillebrandschen Apparates schien es mir in Rücksicht auf das Alter eines Teiles meiner Beobachter ausgeschlossen, denselben mit Aussicht auf Erfolg verwenden zu können, denn die 6jährigen wissen noch nichts von einer Begrenzungslinie; sie sehen im Gesichtsfelde nur die schwarze und weifse Fläche und nicht die trennende Kante. Um also die sich hieraus ergebenden Versuchsfehler zu vermeiden, bediente ich mich runder Eisenstäbe von verschiedener Dicke als Beobachtungsobjekte, die auch den jüngsten meiner Versuchspersonen die Möglichkeit einer scharfen Fixation boten.

a) Monokulare Beobachtung gleichzeitig gegebener Objekte.

Der für die Versuche angewandte Apparat war von höchst einfacher Konstruktion.

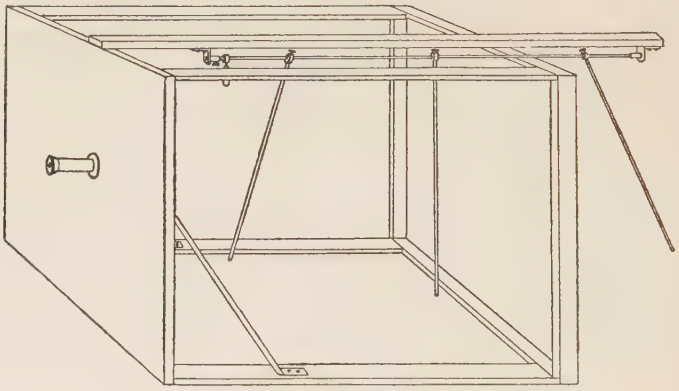


Fig. 5.

Von der Mitte der oberen und unteren Kante einer hölzernen Stirnwand von 80 cm Höhe und 80 cm Breite führten nach der Tiefe zwei Leisten, die am Ende einen der Stirnwand an Gröfse gleichen Holzrahmen trugen. An den Leisten waren von cm zu cm Ringe zur Aufstellung der Eisenstäbe angebracht. In der Mitte der Stirnwand befand sich eine innen geschwärzte, kurze Röhre, die eine kleine Sehöffnung besafs. Der ganze Apparat war dunkel gestrichen. Er stand vor einem grofsen Fenster der Aula, so dafs eine gleichmäfsige Beleuchtung erzielt wurde. Um alle anderen Gegenstände, die für die Lokalisation der Stäbe Anhaltspunkte geben konnten, aus dem Gesichtsfelde zu entfernen, war hinter dem Apparate ein Schirm aus weifser Leinwand aufgestellt. Die Beobachter safsen oder standen vor dem Apparate mit dem Rücken nach dem Fenster und legten das rechte Auge an den Tubus in der Stirnwand. Sie bemerkten einen senkrechten Stab, der über das ganze Gesichtsfeld ging. Derselbe befand sich in einer Entfernung von 50 cm und hatte eine Dicke von 4,5 mm. Links von diesem Normalstabe stellte ich nun, nachdem der Beobachter das Auge vom Sehrohr entfernt hatte, einen anderen Stab, der entweder 4,24 mm oder 4,75 mm Durchmesser besafs, in verschiedenen Entfernungen innerhalb $\pm$ 15 cm auf und liefs seine Stellung zum Normalstabe beurteilen. Die Urteile lauteten: „vor, neben, hinter" — bei den 6jährigen

aber lieber „näher heran, weiter ab und ebenso weit“. Es ergab sich, daſs fast alle Beobachter bei den verschiedenen Distanzen die Stellung der Stäbe zueinander richtig erkannten und sich auch durch die durch Verwendung von Stäben verschiedener Dicke absichtlich herbeigeführten Unterschiede in der scheinbaren Bildgröſse nicht täuschen lieſsen, während ich selbst bei gelegentlichen Versuchen zur groſsen Freude meiner Versuchspersonen den gröbsten Täuschungen unterlag. Der Grund lag darin, daſs ich den Kopf unbewegt hielt, während sie durch leichte Kopfbewegungen an der parallaktischen Verschiebung die relativen Entfernungsunterschiede erkannten. Auch gaben einige von den älteren Schülern an, daſs der Vergleichsstab vor dem Normalstabe dunkler erschiene, eine Folge des von der Stirnwand erzeugten Schattens.

b) Monokulare Beobachtung sukzessiv dargebotener Objekte.

Für diese Versuche nahm ich an dem oben beschriebenen Apparate folgende Veränderung vor: An der Stelle der oberen Leiste, welche die Stirnwand mit dem hinteren Rahmen verband, wurde eine Welle von 1,50 m Länge angebracht, die durch einen kleinen Griff in der Nähe der Stirnwand leicht gedreht werden konnte. An dieser Welle befanden sich Laufringe, die durch eine Schraube fest gegen die Welle gepreſst und in deren Peripherie die als Beobachtungsobjekte dienenden Eisenstäbe eingeschraubt werden konnten. Diese Stäbe hatten einen Durchmesser von 4,5 und 6 mm und waren in einer Entfernung von 80 bzw. 100 und 120 cm vom Auge des Beobachters so aufgesetzt, daſs sich immer nur einer im Gesichtsfelde befand. Durch eine geringe Drehung der Welle konnten sie in schneller Aufeinanderfolge ohne das geringste Geräusch nacheinander in die Mitte des Gesichtsfeldes gebracht werden. Der Apparat wurde im Dunkelzimmer des Psychologischen Instituts aufgestellt, und die weiſse Leinwandfläche im Hintergrunde durch Tageslicht, das durch eine verstellbare Öffnung des Fensterverschlusses fiel, so beleuchtet, daſs dem Beobachter die Stäbe in scharfer Begrenzung und gleich dunkel erschienen. Besonders dies letzte Erfordernis war sehr schwer zu erreichen und doch unbedingt notwendig, da Unterschiede in der Beleuchtung sich als wesentliche Kriterien für die Lokalisation ergaben.

Nach dieser Anordnung konnten aufser den gleichen Distanzen solche von $\pm$ 20 und $\pm$ 40 cm zur Vergleichung geboten werden. Nach Fixation des Normalstabes entfernte der Beobachter das Auge einen Augenblick vom Sehrohr, um es nach Einstellung des Vergleichsstabes sofort wieder anzulegen. Um zu erproben, ob nicht etwa durch das Entfernen des Auges vom Tubus die Beurteilung unsicher gemacht würde, wurden auch (hier nicht mitgerechnete) Versuche veranstaltet, bei denen während der Umstellung der Stäbe das Auge am Sehrohre blieb; es zeigten sich aber keine wesentlichen Unterschiede in den Resultaten. Als Versuchspersonen dienten 14- und 6jährige Knaben und Mädchen, von jeder Gruppe 10. Jeder Beobachter gab über jede Distanz bei Annäherung und Entfernung 10 Urteile ab.

C. Tabelle.

In der nachstehenden Tabelle, die nach den vorangehenden Bemerkungen ohne weiteres verständlich ist, geben die eingetragenen Zahlen die absoluten Anzahlen der Fälle an, in denen bei der betreffenden Entfernung „näher“ ($<$), „gleich“ ($=$) und „entfernter“ ($>$) geurteilt wurde.

(Siehe Tabelle auf S. 53.)

D. Ergebnisse.

Der Diskussion lege ich zunächst die Urteile über die Differenz 40 cm zugrunde; denn da diese das 5fache der von Wundt für 100 cm Normaldistanz angegebenen Unterschiedsschwelle beträgt, müfste doch erwartet werden können, dafs meine Versuchspersonen diesen grofsen Unterschied sicher zu erkennen imstande wären. Tatsächlich finden wir jedoch, dafs nur wenige Kinder sowohl für Annäherung als für Entfernung in mehr als $^2/_3$ der Fälle (7) richtig geurteilt haben. Es sind dies K. XIV f. M. XIV a. h.; nur annähernd erreichen die gesetzte Grenze M. XIV e., i.; von den 6jährigen Versuchspersonen kommt niemand in Betracht. Ob aber die betreffenden Kinder wirklich auf Grund von Akkommodationsänderungen ihr Urteil abgegeben haben, erscheint fraglich, da sich nachträglich herausgestellt hat, dafs bei den betreffenden Versuchen bei aller angewandten Vorsicht doch ein Kriterium nicht ganz ausgeschaltet war. Ich hatte die Versuchsanordnung so getroffen, dafs die in den verschiedenen Entfernungen angebrachten Stäbe gleich dunkel erschienen. Als

jedoch hinterher an Erwachsenen Versuche angestellt wurden, um festzustellen, ob nicht dennoch ein indirektes Kriterium vor-

Monokulare Beobachtung sukzessiver Objekte.

Stab I: Gröfse: 4 mm Durchmesser, Entfernung vom Auge: 80 cm;
„ II: „ 5 „ „ „ „ „ : 100 „ ;
„ III: „ 6 „ „ „ „ „ : 120 „ ;

Differenz		20 cm												40 cm					
		Annäherung						Entfernung						An-näherung			Ent-fernung		
Stäbe		II u. I			III u. II			I u. II			II u. III			III u. I			I u. III		
Urteile		<	=	>	<	=	>	<	=	>	<	=	>	<	=	>	<	=	>
K. XIV	a	8	1	1	6	3	1	2	3	5	3	3	4	4	3	3	2	4	4
	b	5	1	4	4	2	4	8	1	1	6		4	6		4	5	3	2
	c	2	3	5	5	4	1	9		1	6	1	3	4	1	5	9	1	—
	d	7		3	8		2	7		3	5		5	10			7		3
	e	3		7	8		2	7		3	5	1	4	1		9	5	1	4
	f	5	3	2	9	1		3	2	5	1	8	1	8	1	1		3	7
	g	5		5	5		5	9		1	8		2	3		7	8		2
	h	—	2	8	—	5	5		3	7		5	5	—		10		2	8
	i	—	6	4	—	4	6		5	5		8	2	—	2	8		3	7
	k	7	2	1	4	6		8	2	—	5	4	1	8	2		5	1	4
M. XIV	a	8		2	7		3	1		9	8		2	9		1			10
	b	5	1	4	4	1	5	4		6	3		7	5		5	4		6
	c	6	3	1	8	1	1	5	5	—	5	4	1	6	2	2	5	5	—
	d	6		4	2		8	5		5	2	2	6	4	2	4	1	1	8
	e	9		1	6		4	2		8	3		7	5		5	2		8
	f	3		7	4		6	2		8			10	2		8	3		7
	g	3	2	5	5	2	3	5	2	3	3		7	3	5	2	5	1	4
	h	10			4		6	3		7	8		2	8		2	2		8
	i	7		8	6		4	3		7	4	1	5	7	1	3	3	1	6
	k	6		4	4		6	9	1	—	4	2	4	8		2	4	1	5
K. VI	a	1		9	6		4	4		6	4		6	1		9	4		6
	b	3		7	4		6	5		5	5		5	5		5	1		9
	c	4		6	6		4	8		2	3		7	5		5	7		3
	d	5		5	3		7	7		3	5		5	4		6	5		5
	e	4	4	2	1	2	7	2	5	3	5	4	1	4	4	2	2	4	4
	f	1	9		1	8	1	1	9	—		10	—	1	8	1	1	9	—
	g	8		2	5		5	4		6	10		—	4		6	4		6
	h	1		9	1		9	1		9	1		9	2		8	1		9
	i	5		5	7		3	4		6	5		5	8		2	6		4
	k	6		4	6		4	4		6	8		2	6		4	4		6
M. VI	a	6		4	6		4	4		6	8		2	3		7	2		8
	b	—	5	5	1	9		3	7	—	1	9	—	1	6	3	5	2	3
	c	2		8	1		9	2		8	1		9	4		6	3		7
	d	3		7	3	1	6	6		4	4		6	3	1	6	3		7
	e	4		6	6		4	5		5	9		1	5		5	9		1
	f	6		4	4		6	4		6	4		6	4		6	8		2
	g	6		4	7	1	2	5		5	5		5	4	1	5	7		3
	h	4		6	5		5	2		8	6		4	3		7	4		6
	i	—	4	6	—	10			10	—		10	—	—	2	8		9	1
	k	7		3	6		4	5		5	4		6	4		6	4		6

handen war, zeigte es sich, dafs einige Erwachsene die Näherung und Entfernung sehr gut erkennen konnten. Als sie dann gefragt wurden, ob vielleicht noch irgend welche Helligkeitsunterschiede bei den nacheinander im Gesichtsfelde auftretenden Stäben von ihnen bemerkt würden, gaben sie tatsächlich solches zu (die näheren Stäbe erschienen dunkler als die ferneren). Doch auch diese Versuchspersonen konnten Näherung und Entfernung nicht mehr erkennen, nachdem an der Rückseite der Stirnwand weifses Papier angebracht war, welches die näheren Stäbe soweit aufhellte, dafs die betreffenden Personen auch keine Helligkeitsunterschiede mehr zu erkennen vermochten. Ich versuchte nun auch diejenigen meiner Versuchspersonen zur Nachkontrolle heranzuziehen, welche früher richtig geschätzt hatten. Leider war nur noch eine für mich erreichbar M. XIV h (die anderen hatten die Schule inzwischen verlassen), und diese gab nun auch bei 40 cm Entfernung nicht mehr $^2/_3$ der Fälle richtig an. Es ist daher wohl die Vermutung erlaubt, dafs auch bei den anderen Kindern solche Helligkeitsunterschiede im Spiele waren, zumal sich auch bei den Vorversuchen gezeigt hatte, dafs die Kinder nach Helligkeitsunterschieden die Entfernungen beurteilten.

Es ist nicht uninteressant zu sehen, wie sich die Kinder bei ihren Urteilen verhalten, wenn sie kein eigentliches Kriterium haben.

Da sind zunächst solche, die gar kein Urteil „näher“ abgeben: K. XIV h und i. Sie sind insofern lehrreich, als sie sich offenbar als unfähig erweisen, über Annäherung und Entfernung zu urteilen, was sich auch daraus ergibt, dafs sich ihre $>$ Urteile ungefähr gleichmäfsig auf die r. und f. Fälle verteilen. K. XIV h urteilt 43 mal, i 32 mal „entfernter“, von diesen Urteilen sind bei h 20 r. und 23 f., bei i 14 r. und 18 f.

Eine zweite Gruppe von Versuchspersonen zeigt eine Tendenz zu einer Art von Urteilen ($<$ oder $>$). Eine solche Tendenz wollen wir solchen Beobachtern zuschreiben, bei denen mit Ausnahme höchstens einer einzigen Rubrik ein starkes Überwiegen der einen Klasse von Urteilen sich findet und in dem etwaigen einzigen Ausnahmefall entweder ein schwaches Überwiegen oder Gleichheit vorhanden ist. Zu dieser Gruppe gehören: K. XIV d und k, M. XIV c, die eine Tendenz, „näher“ zu urteilen aufweisen, und M. XIV f, K. VI a, h, M. VI c, die das Urteil „ferner“ vorziehen; auch bei ihnen verteilen sich die bevorzugten Urteile ziemlich gleichmäfsig auf die r. und f. Fälle.

Eine dritte Gruppe von Beobachtern zeigt eine Tendenz zu Gleichheitsurteilen. Als Kriterium mag gelten, dafs unter den 60 Urteilen eines Individuums über 30 Gleichheitsurteile vorhanden sind. Hierher gehören K. VI f, der nur 7 andere Urteile abgibt, von denen 5 $<$ und 2 $>$, M. VI b, von deren 22 sonstigen Urteilen 11 $<$ und 11 $>$ lauten, M. VI i, deren 15 sonstige Urteile auf $>$ entfallen.

Die Tendenz zu Gleichheitsurteilen ist in unserem besonderen Falle nicht als Unentschiedenheit anzusehen, da ja vielleicht tatsächlich unter diesen Versuchsumständen keine Veränderung des Empfindungsinhaltes stattfindet.

Bei den übrigen Versuchspersonen, die die Distanzen nicht erkannten, verteilen sich die Urteile auf die angewandten Urteilsarten entweder ziemlich gleichmäfsig, wie bei K. XIV a, b, e, M. XIV b, g, K. VI c, d, e, g, i, k, M. VI a, f, g, k, ohne dafs die Bevorzugung einer Urteilsart zutage tritt, oder so, dafs eine schwache Tendenz zu $>$-Urteilen (M. XIV d, K. VI b, M. VI d, h), oder zu $<$-Urteilen (K. XIV c, g, M. XIV k, M. VI e), sich bemerkbar macht.

Das Ergebnis meiner Versuche in der Tiefendimension scheint mir also das zu sein, dafs, wenn alle empirischen Momente ausgeschlossen sind, bei monokularem Sehen Tiefenunterschiede von Kindern nicht erkannt werden, obgleich dieselben Kinder sonst imstande sind, Tiefenunterschiede monokular sehr genau zu erkennen. Es ist also nicht angängig, den Akkommodationsempfindungen und den damit verbundenen Konvergenzempfindungen in diesem Fall eine wesentliche Bedeutung für die Tiefenwahrnehmungen zuzuschreiben. Wenn bei Versuchen dieser Art Tiefenunterschiede erkannt werden, so sind entweder die empirischen Kriterien nicht vollständig ausgeschaltet oder die Beobachter — es handelt sich meist um solche, die durch vielfache Versuche geschult sind — gelangen auf einem Umwege, wie ihn beispielsweise Hillebrand beschrieben hat, zu einem richtigen Urteile.

Ich kann meine Arbeit nicht schliefsen, ohne meinen verehrten Lehrern Herrn Geheimrat Professor Dr. C. Stumpf und Herrn Professor Dr. Schumann für die reiche Unterstützung im Verlaufe dieser Untersuchung meinen aufrichtigsten Dank auszusprechen.

Lebenslauf.

Ich wurde am 7. November 1863 als Sohn des Ziegelmeisters August Giering zu Züllichau geboren und bin evangelischer Konfession. Nachdem ich die Volksschule, höhere Bürgerschule und Präparandenanstalt meiner Vaterstadt besucht hatte, wurde ich 1880 Zögling des Königl. Lehrerseminars zu Neuzelle. Nach bestandener I. Lehrerprüfung erhielt ich 1883 Anstellung als Lehrer in Finsterwalde; 1886 unterzog ich mich der II. Lehrerprüfung und wurde 1893 als städtischer Lehrer nach Berlin berufen. 1894 bestand ich die Prüfung als Lehrer an Mittelschulen und höheren Mädchenschulen, 1896 als Rektor an Mittelschulen.

Vom Wintersemester 1896/97 bis Wintersemester 1899/1900 war ich als Gastzuhörer zu den Universitätsvorlesungen zugelassen. Nachdem ich 1900 die Reifeprüfung am Falk-Realgymnasium zu Berlin bestanden hatte, wurde ich mit Erlaubnis des Herrn Ministers immatrikuliert. Ich widmete mich dem Studium der Philosophie (speziell Psychologie) und Naturwissenschaften und verdanke meine Ausbildung den Herren Professoren Stumpf, Schumann, Paulsen, Warburg, Blasius, Fischer und Gabriel.

Die Promotionsprüfung fand am 21. Juli 1904 statt.

Hermann Giering.